COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 JUILLET 1874.

PRÉSIDENCE DE M. BERTRAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse l'ampliation du décret rendu par M. le Président de la République, approuvant l'élection de M. *Chatin*, pour remplir, dans la Section de Botanique, la place laissée vacante par le décès de M. *Cl. Gay*.

Il est donné lecture de ce décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Chatin** prend place parmi ses Confrères.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte qu'elle a faite dans la personne de M. *Angström*, Correspondant de la Section de Physique depuis le 22 décembre 1873. Il avait été élu en remplacement de feu M. Hansteen.

Après l'annonce de cette triste nouvelle, M. le **Président** se fait l'interprète des regrets de l'Académie :

« Lorsque, il y a quelques mois à peine, l'Académie décernait à M. Angström le titre de Correspondant, elle pouvait et devait espérer conserver longtemps sur ses listes un nom qui doit rester illustre. M. Angström étu-

diait les admirables et brillants phénomènes auxquels il a consacré tant d'années, avec la rigueur de la science la plus élevée et la précision des méthodes les plus délicates. Dans l'analyse de ces problèmes si complexes, un esprit judicieux et sévère dominait chez lui l'imagination et savait en régler l'essor. L'Académie avait apprécié depuis longtemps l'importance et la solidité de ses travaux. A la tristesse causée par la douloureuse nouvelle qu'on nous annonce se mêle pour nous une consolation : la mort si imprévue et si prompte de M. Angström nous a permis cependant de lui envoyer, avec sa récente nomination, un dernier et unanime témoignage de notre estime et de notre admiration. »

ASTRONOMIE. — *Observations au sujet de la dernière Note de M.* Tacchini, *et du récent Mémoire de M.* Langley; par M. Faye.

« Accusé par quelques-uns de mes savants adversaires d'être seul de mon avis sur la question des taches et de n'avoir obtenu l'approbation d'aucun juge compétent, j'ai cité les conclusions d'un tout récent Mémoire de M. Langley, directeur de l'Observatoire d'Allegheny, *On the minute structure of the solar photosphære*. M. Tacchini entreprend de montrer à l'Académie que ce Mémoire doit être compris autrement et que les belles recherches de M. Langley confirment au contraire ses propres idées (1). Pour ne pas laisser planer d'équivoque sur le sens et la portée de ma citation, je soumettrai à l'Académie les dernières pages du beau Mémoire de M. Langley d'où ces passages divers ont été extraits; cela me donnera de plus l'occasion de faire connaître en France un des résultats les plus saillants de cette étude délicate : il intéressera particulièrement les personnes qui se sont occupées dans ces derniers temps de la température du Soleil. Quelques remarques me suffiront ensuite pour faire juger de l'aptitude de la théorie cyclonique à pénétrer dans l'intimité des phénomènes tels que les révèlent les puissants moyens d'investigation qu'on leur applique aujourd'hui.

» Il est de fait qu'en présence de moyens nouveaux qui permettent de suivre les filaments lumineux de la pénombre jusque dans leurs détails les plus minutieux, de les décomposer eux-mêmes en fibres bien plus déliées dont ils forment des faisceaux semblables à des fibres ligneuses, de noter leurs courbures et leurs affections les plus variées, de saisir des traces au-

(1) *Comptes rendus* de la dernière séance, p. 39.

paravant invisibles des mouvements qui les agitent ou les dirigent, les théories uniquement fondées sur un effort d'imagination n'ont pas beau jeu, aussi verrons-nous que celles de MM. les spectroscopistes italiens ne peuvent même pas compter pour un reflet lointain de quelque chose d'approché de la vérité, tandis que la théorie des cyclones suit l'auteur dans presque tous ces détails pour les expliquer, ou même l'aider à les mieux comprendre, je dirai presque à les mieux voir.

« Je ne saurais terminer cette description, dit M. Langley, sans parler des noyaux eux-mêmes, quoique leur étude dût former à elle seule un chapitre spécial. L'oculaire polarisant nous révèle d'intéressants détails sur ces noyaux et sur ces trous encore plus noirs dont on doit la découverte à Dawes.

» Sont-ce là des ouvertures rondes, à peu près centrales, telles que le regard y plonge dans l'axe même du cyclone auquel la tache est due, dans le grand tourbillon qui entraîne en bas, par une action mécanique, les gaz ou les vapeurs de la chromosphère, ou sont-ce les bouches déchiquetées de cratères éruptifs par lesquels les vapeurs métalliques de l'intérieur sont chassées violemment vers le haut? La réponse à cette question, dans le cas où il n'y aurait pas d'autre alternative, déterminerait notre choix entre les théories opposées qui ont été proposées sur la circulation solaire ; mais nous ne saurions répondre d'une manière décisive en faveur de l'une ou de l'autre. J'ai bien vu des noyaux bien définis et formant des ouvertures décidément circulaires, mais j'en ai vu aussi assez souvent avec les bords déchirés et frangés, comme celui que représente la planche ci-jointe. On remarque même que des filaments se prolongent et conservent leur éclat jusqu'au noyau lui-même, ce qui ne pourrait avoir lieu, ce semble, sous l'action d'un cyclone qui les entraînerait vers le bas.

» Je vais récapituler brièvement les résultats de cette étude télescopique, du moins ceux d'entre eux qui paraissent avoir été peu observés ou qui sont entièrement nouveaux.

» Les derniers éléments appréciables de la photosphère ne sont pas les grains de riz, mais des corpuscules bien plus petits, dont l'agrégation donne lieu à cette apparence. La grandeur de ces corpuscules ne dépasse pas $0'',3$. Si nous comparons l'aire totale occupée par ces corpuscules avec la surface entière du Soleil, nous arrivons à cette conclusion que la plus grande partie de la lumière solaire provient d'une étendue superficielle égale au plus au cinquième de la surface visible et peut-être à moins encore. Il nous faut donc modifier grandement les idées actuellement reçues sur l'intensité des actions auxquelles on attribue, dans quelque théorie que ce soit, la lumière et probablement la chaleur et l'actinisme du Soleil.

» L'observation de ces éléments lumineux donne lieu de croire que la photosphère tout entière est entraînée dans une direction à peu près parallèle à l'équateur, sans que la démonstration sur ce point soit complète.

» Dans les pénombres, il y a non-seulement de nombreux petits cyclones et même des tourbillons fonctionnant en sens opposés dans la même tache, mais aussi probablement des courants montant presque verticalement. D'autre part, l'action de courants horizontaux superposés est si générale, que ces courants-là peuvent être considérés comme un des points culminants de ces recherches sur la Météorologie solaire.

» L'examen du bord extérieur de la pénombre nous conduit à conclure que ce bord est formé par voie de rupture.

» Indépendamment des résultats dus à l'analyse spectrale, la constitution et l'allure de nos filaments lumineux me semblent justifier la présomption qu'il doit se produire des courants ascendants dans la région extrême de la pénombre, tandis qu'au bord intérieur il y aurait à la fois des courants ascendants et descendants, les premiers étant les plus fréquents. On peut constater très-souvent que des courants s'élèvent ou descendent des régions limitrophes de la tache, et je n'éprouve aucune difficulté à associer l'idée de ces phénomènes avec celle d'une action cyclonique. N'oublions pas que, si les taches dont je viens de présenter le dessin ne sont nullement des plus grandes, il n'en est pas moins vrai que l'ombre de celle de gauche couvre à elle seule une surface de 26 000 000 000 d'hectares (*la moitié de la surface totale de notre globe*). En considérant la grandeur d'un pareil champ d'opération, et sans s'attacher au sens strict des mots, nous sommes donc conduits à saisir des indices favorables à la fois aux deux théories, cyclonique et éruptive, dans la coexistence de phénomènes qui, pris séparément, pourraient conduire à l'une ou à l'autre.

» Il paraît toutefois à peine possible de consacrer une longue étude télescopique à la structure détaillée de la photosphère sans aboutir à cette conclusion que l'action cyclonique est la plus marquée et la plus générale, et, tout en reconnaissant que le type normal d'une tache cyclonique est rare, qu'en dehors des taches l'action cyclonique est peu prononcée, et que dans les taches mêmes cette action ne semble pas pouvoir expliquer tous les phénomènes, pourtant nous ne pouvons nous empêcher d'accepter plus ou moins complétement la théorie de M. Faye, à titre de théorie basée indubitablement sur une *vera causa,* et capable, par-dessus toutes les autres, de réunir sous une même loi un grand nombre de vérités qui, autrement, resteraient isolées. »

» Est-il possible de se méprendre sur le sens et la portée de pareilles conclusions? Je n'avais pas fait dire à l'auteur américain que les cyclones constituent *la* vraie cause des taches solaires, mais bien *une* vraie cause, afin de respecter son opinion qu'il pourrait bien y avoir là quelque autre chose que l'action cyclonique. Nous allons voir que, si l'on considère celle-ci dans son ensemble et non sous son aspect le plus élémentaire, il n'y a rien de plus, car elle suffit pour expliquer les phénomènes si bien observés par M. Langley; mais, auparavant, je tiens à établir que les lignes dont M. Tacchini s'est emparé dans sa dernière Lettre ne s'appliquent nullement à son système.

» Ce système, le voici en deux mots : des masses gazeuses ascendantes, venues de l'intérieur, s'élèveraient à la surface, non pas avec violence, mais plutôt d'une manière tranquille, et iraient dissoudre par leur chaleur les nuages de la photosphère. Là où ces nuages lumineux disparaissent, il se forme une tache.

» Ainsi, d'après cette manière de voir, dans la région ainsi attaquée par une colonne ascendante, la photosphère devrait s'affaiblir, se dissoudre et

laisser à sa place un trou *noir*, absolument comme si un courant ascendant d'air chaud et sec attaquait dans notre atmosphère une couche nuageuse : il y pratiquerait bientôt une vaste éclaircie en vaporisant les globules nuageux.

» Les phénomènes décrits par M. Langley ne ressemblent en rien à l'idée de M. Tacchini. En suivant les plus imperceptibles filaments de la pénombre avec une puissante lunette, l'astronome américain les a vus se déplacer, se diriger, se tordre, de manière à donner l'idée de tourbillons et de courants enchevêtrés, accompagnés, sur les bords, de mouvements éruptifs. Si l'on examine ces belles recherches, on voit qu'elles n'ont pas dû porter sur des taches présentant le type normal dans toute sa simplicité, et s'il en est résulté quelque incertitude dans la conclusion de l'auteur, cela tient uniquement à ce que j'ai peut-être trop insisté moi-même sur ce type rudimentaire, et surtout à ce que c'est sur ce type qu'ont porté toutes les objections qu'on m'a opposées.

» J'avais pourtant signalé la segmentation des taches comme une face essentielle de ces grands phénomènes, en la rattachant, de la manière la plus claire, à l'aptitude que possèdent les mouvements cycloniques à se subdiviser. J'ai même publié des Mémoires entiers sur cette seconde face de la question, en insistant sur l'analogie profonde qui existe entre la segmentation des taches solaires et la division de nos trombes terrestres, de nos cyclones, de nos tempêtes circulaires, lesquelles, au moindre obstacle, se décomposent en mouvements tournants partiels, bientôt indépendants et tout aussi complets que le tourbillon générateur. Or c'est à cette face essentielle de ma théorie que répondent précisément la plupart des phénomènes étudiés par M. Langley. Telles sont ces langues de feu qui, vers le niveau du bord inférieur de la pénombre, s'avancent à l'intérieur du noyau en se ramifiant, et le décomposent par des cloisons qui bientôt s'épaissiront, s'élèveront et finiront par isoler les uns des autres deux, trois, quatre, cinq,... cyclones partiels nés du cyclone primitif.

» Pourquoi donc cette face-là de la théorie cyclonique a-t-elle, malgré mes efforts et mes dessins, moins attiré l'attention que le type normal le plus simple, nécessairement moins fréquent? Cela tient, je pense, à une simple difficulté de Mécanique. Tout le monde saisit à première vue l'idée d'un mouvement tourbillonnaire régulier : cette idée est simple et familière ; mais il n'en est plus ainsi de la tendance propre à tout mouvement gyratoire à se décomposer en tourbillons partiels sous l'influence d'un simple obstacle, du plus léger changement de vitesse ou de direction dans quelques-

unes de ses parties. On m'accorde bien le type normal, et en cela la concession n'est pas grande, car ce type-là saute aux yeux de temps en temps et affiche en plein soleil le mot *cyclone*, écrit en grosses lettres; mais on ne se prête pas aussi aisément à considérer la segmentation spontanée de ce type normal.

» Rien de plus compliqué sans doute que l'espèce de fermentation intestine qui accompagne ce travail, jusqu'au moment où les tourbillons partiels, d'abord enchevêtrés dans le même entonnoir, finissent par se séparer complétement. Il doit y avoir un moment où, dans cette confusion apparente, des gyrations partielles et même opposées se produisent le long des grandes lignes de séparation qui tendent à se former dans le sein de l'ensemble; c'est alors que les filaments de la pénombre, entamés par ces mouvements partiels, s'allongent et se tordent en spirale sous les yeux de l'observateur, tandis que la photosphère finit par se reformer ou à se glisser horizontalement dans le sens même des lignes de séparation (primitivement formées au bas de la pénombre) à mesure que les segments se séparent et s'isolent.

» Ces filaments eux-mêmes, qui composent la pénombre et où M. Langley retrouve les fines divisions des grains de riz se prolongeant, chose remarquable, d'un bout à l'autre de leur étendue comme dans les fibrilles d'un tissu ligneux, et qui conservent leur éclat jusqu'au bord même du noyau dont ils dessinent les contours frangés, ces filaments, dis-je, ne sont pas autre chose que les nuages habituels de la photosphère formés plus bas, non pas sur un plan horizontal comme la surface ordinaire du Soleil, mais sur les parois inclinées de la gaîne extérieure du tourbillon. Dans certains cas, de petits tourbillons latéraux, aussi peu visibles que de simples pores, pénètrent jusqu'à eux, les infléchissent et les tordent; dans d'autres cas plus fréquents, ils restent régulièrement étalés le long des flancs de l'entonnoir, sans être entraînés bien sensiblement par le tourbillonnement général qu'ils contiennent et dessinent à nos yeux, absolument comme la gaîne de vapeurs condensées qui entoure nos trombes.

» Et si l'on veut plus de détails encore, on trouvera aisément que le contour inférieur de la pénombre dessiné par les têtes de ces filaments ne saurait toujours présenter une ligne parfaitement circulaire comme dans le type normal. En transportant en bas la température de la photosphère nécessaire à la formation des grains de riz ou, ce qui revient au même, quand il s'agit de la pénombre, nécessaire à la formation des fibres lumineuses, la trombe solaire n'agit pas toujours avec une régularité absolument

géométrique, non plus que les courants ascendants qui apportent à la surface les vapeurs condensables. Je ne m'étonne donc pas des détails rapportés par M. Langley sur les franges ayant l'aspect de déchirures qui bordent la pénombre. Pour se faire une idée nette de la complication possible et même fréquente du phénomène, imaginez un vaste entonnoir dans le sein duquel le mouvement gyratoire a cessé de s'opérer comme dans la tache normale autour d'un axe unique, et où se forment quatre ou cinq tourbillonnements partiels de force inégale; puis coupez cet ensemble par un plan parallèle à la surface du Soleil, un peu au-dessous de cette surface, au niveau du bord inférieur de la pénombre; vous trouverez dans cette section quatre ou cinq gyrations isolées, séparées par des espaces relativement tranquilles, et dans ces espaces, selon leurs températures inégales, pénétreront et se condenseront plus ou moins régulièrement quelques bouffées de ces vapeurs ascendantes qui vont partout ailleurs alimenter la photosphère, en dessinant ainsi, par de minces traînées de nuages lumineux, les lignes de séparation de ces divers tourbillons. Il ne suffit pas de jeter un coup d'œil sur une tache, fût-elle aussi bien dessinée que celle que nous présente le savant astronome de Palerme; il faut la suivre de jour en jour, et noter les progrès de la segmentation, jusqu'à ce que les tronçons du tourbillon primitif soient devenus des cyclones complets et indépendants.

» Mais voilà une étude qui ne sourit guère à mes savants adversaires, par cette raison sans doute que leurs théories propres ne s'y appliquent pas.

» Il reste encore les courants ascendants dont M. Langley a signalé d'indubitables traces au sein même des pénombres et surtout sur les bords. La théorie cyclonique les explique de la manière la plus simple par la circulation de l'hydrogène entraîné dans les taches jusqu'à une notable profondeur, échappant à partir de là avec une certaine vitesse horizontale au mouvement tourbillonnaire, et remontant rapidement tout autour du cyclone avec une vitesse accélérée. Une partie de cet hydrogène perce la photosphère hors de la tache, dans la région des facules; une autre partie s'écarte moins du canal cyclonique et rencontre les parois de la pénombre qui forme un entonnoir largement évasé; en les traversant, ces filets ou ces bulles d'hydrogène ascendant peuvent fort bien déranger les filaments lumineux de ladite pénombre et y produire de petits mouvements verticaux qui n'ont pas échappé à M. Langley. Cette conséquence toute naturelle de la théorie cyclonique est d'ailleurs confirmée par l'analyse spectrale, car celle-ci montre assez souvent des jets ascendants d'hydrogène, non pas

au-dessus du noyau, mais au-dessus de la pénombre elle-même. Voilà à quoi se réduisent les phénomènes favorables à la théorie éruptive, et voilà aussi ce qui a déterminé M. Langley à faire quelques réserves dans ses conclusions. On le voit, ce n'est au fond qu'un simple détail de la branche ascendante de la circulation solaire. Notons d'ailleurs, en passant, qu'ici toute analogie disparaît entre les taches solaires et l'atmosphère terrestre : cela tient à ce que notre atmosphère est homogène, tandis que les couches successives qui terminent le Soleil ne le sont pas, et présentent au-dessus d'elles le gaz le plus léger spécifiquement qui soit dans la nature.

» On saisit mieux dès lors l'analogie profonde et les différences qui existent entre les taches solaires et nos cyclones terrestres. Le phénomène est un peu plus simple chez nous, parce que l'air entraîné en bas par nos trombes ne remonte pas, comme l'hydrogène solaire, en vertu de sa légèreté spécifique. De la sorte nos trombes, vues de haut, ne présenteraient pas, comme sur le Soleil, le magnifique spectacle des éruptions d'hydrogène incandescent qui couronnent ses taches; mais, en revanche, les cyclones terrestres, les trombes et tornados rencontrent dans le sol un obstacle qui coupe court à leur développement et épuise rapidement la force vive qui les alimente; aussi les taches solaires durent-elles bien plus longtemps et présentent-elles plus au complet tous les phénomènes naturels aux mouvements gyratoires dans une masse fluide pour ainsi dire indéfinie.

» On voit maintenant, je l'espère, pourquoi M. Langley, tout en accordant à la théorie des cyclones une approbation que j'oppose avec confiance à mes adversaires, a fait certaines restrictions; on voit aussi que ces restrictions, qui n'ont aucun rapport avec les théories, d'ailleurs contradictoires entre elles, des savants italiens, céderont aisément si M. Langley veut bien considérer que la tache cyclonique normale n'est qu'un premier aperçu, qu'il faut y joindre la segmentation de ce type simple et pour ainsi dire rudimentaire et tenir compte de la circulation de l'hydrogène solaire. La *vera causa*, qu'il a bien voulu signaler dans son savant travail, comprend logiquement tout cela sous cette simple idée des mouvements tourbillonnaires que font naître, à la surface du Soleil, les inégalités de vitesse dans les courants parallèles à l'équateur dont il a constaté l'existence.

» M. Tacchini, à la fin de sa Lettre, décrit une série de beaux phénomènes, parfaitement observés par lui ces jours-ci et me met au défi de les rattacher à la théorie des cyclones. Il s'agit de l'invasion des vapeurs du magnésium dans la chromosphère tantôt sur place, tantôt sur une échelle considérable et même parfois sur le tour entier du Soleil. C'est à M. Tacchini

qu'on doit la découverte et l'étude de ces faits remarquables; je me suis empressé dans le temps de la faire connaître à l'Académie; plus d'une fois j'en ai signalé l'importance, mais je n'ai jamais soupçonné, je l'avoue, qu'on en pourrait tirer la moindre objection contre ma théorie. C'est qu'en effet ce phénomène dépend, non pas du mode de rotation du Soleil et par suite des mouvements tourbillonnaires qui en sillonnent verticalement les couches superficielles, mais bien du mode d'alimentation de la photosphère et des fluctuations légères, d'origine probablement très-profonde, auxquelles ce mode d'entretien est soumis. Elles sont légères, dis-je, et probablement périodiques, autrement la splendeur du Soleil finirait par changer de nature en se rapprochant quelque peu du type stellaire de Sirius, dont M. Lockyer réduisait dernièrement le spectre aux raies de l'hydrogène et à celles du magnésium.

» Ne pouvant suivre moi-même jour par jour, mois par mois, année par année ce phénomène, j'attendrai que M. Tacchini ait réuni un ensemble suffisant d'observations pour mettre à l'épreuve mes idées sur l'alimentation de la photosphère, idées qui laissent d'ailleurs entrevoir la possibilité de fluctuations périodiques. Quant aux pores et aux taches, ils peuvent bien injecter indirectement dans la chromosphère, par la circulation hydrogénique, des vapeurs de magnésium devenues plus ou moins abondantes dans la photosphère; mais ils ne sauraient, je suppose, contribuer à les faire affluer dans cette dernière couche.

» Qu'il me soit permis, en terminant, de faire remarquer à l'Académie que, si vaste que soit le champ de ces discussions et de ces études sur la structure de la photosphère et sur tout ce monde de phénomènes qu'on doit à l'analyse spectrale, ce n'est encore pourtant qu'une fraction du problème : l'autre fraction comprend un nombre immense d'observations précises sur leurs mouvements. Or presque personne ne s'occupe des mouvements de ces taches, bien qu'ils s'accomplissent suivant des lois véritablement géométriques. On en fait des déjections, des éruptions ou des scories sans réfléchir qu'il ne s'agit pas seulement d'expliquer leur aspect, mais aussi leurs mouvements. La théorie des cyclones les explique tout aussi bien que les détails physiques, et cela sans effort, sans appeler à son aide la moindre hypothèse. Voilà sans doute ce que M. Langley avait en vue quand il reconnaissait à cette théorie le mérite de relier, par une seule loi, un large faisceau de vérités qui, dans tout autre système, resteraient isolées et sans lien saisissable. L'histoire des sciences nous enseigne que

c'est là la marque que, en dépit des contradictions contemporaines, une théorie approche au moins de la vérité si elle n'en est pas l'expression complète. Pour moi, je ne prétends qu'à une première approximation. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Des actions chimiques autres que des réductions métalliques produites dans les espaces capillaires;* par M. BECQUEREL. (Extrait.)

« Les cloisons capillaires placées entre deux liquides donnent lieu à des actions chimiques et à des effets de diffusion d'endosmose, d'exosmose, ainsi qu'à des courants électrocapillaires, qui sont autant de causes pouvant provoquer des actions chimiques.

» Les courants électrocapillaires interviennent seuls dans la réduction des métaux de leurs dissolutions, quand la force électromotrice est grande; si cette force est moindre, il en résulte des oxydes et des combinaisons d'oxydes; au-dessous d'une certaine limite, les affinités et les autres causes agissent seules.

» Notre confrère M. Fremy (1) a fait connaître à l'Académie un mode général de cristallisation des composés insolubles, en séparant par un diaphragme plus ou moins épais et poreux deux solutions donnant lieu à ces composés, en retardant la précipitation ; dans beaucoup de cas, la cristallisation peut s'effectuer, lorsqu'il ne s'agit surtout que d'opérer très-lentement des doubles décompositions; il a pu obtenir ainsi cristallisés les sulfates de baryte et de strontiane, les carbonates de baryte et de plomb, et la silice hydratée cristallisée.

» Mais, aussitôt que les deux liquides en présence donnent lieu à un dégagement d'électricité, cet agent peut intervenir suivant l'intensité de la force électromotrice, pour former des produits souvent cristallisés, dus à ces causes réunies; immédiatement après ces composés apparaissent sur les faces des cloisons séparatrices, les unes étant les électrodes positives, les autres les électrodes négatives des couples électrocapillaires.

» Si cette force électromotrice est considérable, comme avec les sulfures alcalins et les sels métalliques, des réductions métalliques se manifestent : fait inexplicable avec les affinités seules, car le mélange des deux liquides donnerait des sulfures métalliques; si cette force électromotrice est plus ou moins faible, on a des oxydes ou d'autres produits.

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXII, p. 702.

OXYDES MÉTALLIQUES ET TERREUX.

» Pour réduire les métaux de leurs dissolutions, il suffit d'introduire dans un tube fêlé fermé à la lampe par le bout inférieur une dissolution métallique, et de plonger ce tube dans une éprouvette contenant une dissolution de monosulfure de sodium; peu de temps après, et quelquefois instantanément, on aperçoit dans l'intérieur de la fissure et sur la paroi contiguë du métal réduit.

» En substituant à la dissolution de monosulfure une autre de potasse caustique, la réduction n'a lieu qu'à l'égard des dissolutions d'or et d'argent, et encore est-elle très-lente. Cette différence, comme on vient de le dire, dans les effets de réduction, tient à celle entre les forces électromotrices, qui agissent avec d'autant plus d'énergie qu'elles ont plus d'intensité.

» Si, au lieu d'employer un tube fêlé, on prend un tube fermé par le bout inférieur avec du papier parchemin ou autre tissu capillaire, on obtient également la réduction métallique sur la face du papier en contact avec la dissolution métallique, laquelle face est l'électrode négative du couple électrocapillaire; c'est ainsi qu'avec la dissolution de nitrate de cuivre et celle de monosulfure de sodium on obtient souvent sur cette face une plaque métallique de plusieurs millimètres d'épaisseur.

» En opérant, non plus avec une dissolution de monosulfure alcalin, mais bien avec une dissolution de silicate ou d'aluminate alcalin et des dissolutions métalliques ou salines, les forces électromotrices étant moindres qu'avec le monosulfure, on n'obtient plus de réductions métalliques, mais bien des oxydes hydratés et cristallisés et des combinaisons d'oxydes.

» Les tubes fêlés, qui servent à produire d'excellents effets de réduction, sont impropres à la formation des oxydes, ainsi qu'à leur combinaison; il faut employer, dans ce cas, les tubes avec fermeture en papier parchemin ou en collodion desséché; les effets, assez généralement, commencent à être visibles quelques heures après la mise en expérience.

» Les effets d'endosmose et d'exosmose se manifestent rarement dans ces sortes d'expériences. La silice et l'alumine, qui sont des colloïdes, ne franchissent pas ordinairement les cloisons capillaires; ils peuvent néanmoins le faire quand interviennent des courants électrocapillaires puissants, cheminant de l'électrode positive à l'électrode négative. Il faut prendre en considération pour expliquer les effets produits : 1° les affinités; 2° l'action des courants électro-capillaires; 3° les effets d'endosmose et d'exosmose; 4° les

transports opérés par les courants électrocapillaires de la face positive de la cloison à la face négative.

» Voici quelques-uns des résultats obtenus dans des expériences faites de cette manière :

» 1° *Oxyde de cuivre hydraté cristallisé.* — On obtient ce produit en cristaux bleus aciculaires biréfringents, avec une dissolution de silicate ou d'aluminate de potasse et une autre de nitrate de cuivre; les cristaux se déposent sur la face négative de la cloison en contact avec la dissolution de nitrate.

» 2° *Les oxydes de plomb, de zinc, de cobalt et de nickel, etc.* — Ces oxydes sont produits de la même manière; il arrive quelquefois que la silice et l'alumine traversent la cloison, par l'effet du courant électrocapillaire; il en résulte des silicates et des aluminates métalliques.

» 3° *Silicates et aluminates terreux hydratés.* — On obtient le silicate de chaux sous la forme de tubercules composés de cristaux microscopiques biréfringents, dans la réaction du silicate de potasse sur l'acétate de chaux, sur la face négative de la cloison.

» 4° *Alumine cristallisée.* — On obtient ce produit avec l'aluminate de potasse et le chlorure d'aluminium, en plaçant le chlorure dans le tube et l'aluminate dans l'éprouvette; il se dépose, comme précédemment, sous forme de croûte, sur la face négative de la cloison; la croûte, de plusieurs millimètres d'épaisseur, se réduit facilement sous les doigts; en petits grains transparents comme du sable et biréfringents; chauffés jusqu'au rouge naissant, ils dégagent de l'eau interposée; leur texture n'est pas modifiée, ainsi que leur transparence; à une plus forte chaleur, à celle du chalumeau, il n'y a également aucun changement; chauffés au fourneau à gaz pendant deux heures, ils deviennent opaques. Ces cristaux en grains cristallins ne rayent pas le verre; ils appartiennent donc à l'alumine, dont les molécules sont dans un état particulier d'agrégation, autre que celui propre au corindon.

» 5° *Albuminate de magnésie cristallisé et biréfringent.* — Ce produit est formé par la réaction d'une dissolution d'aluminate de potasse sur une autre de chlorure de magnésium et le concours du courant électrocapillaire; il se produit sur la face extérieure de la cloison et se présente sous la forme de dépôts nombreux de cristaux doués de la double réfraction. L'analyse a démontré que ce composé est formé d'alumine et de magnésie et contient de l'eau; chauffé au rouge il perd de l'eau, mais conserve son pouvoir biréfringent.

Peroxyde de fer cristallisé et hydraté.

» On peut employer pour le former le silicate ou l'aluminate de potasse placé dans le tube avec le nitrate de fer; on observe dans le tube des effets d'endosmose : il se forme au-dessus de la cloison, dans le tube, une croûte épaisse, brune, de quelques millimètres d'épaisseur, composée de lamelles transparentes d'un beau rouge et biréfringentes.

Oxyde manganeux cristallisé.

» On obtient ce composé en soumettant à l'expérience le silicate de potasse et le nitrate de manganèse. Il se forme sur la face négative de la membrane une croûte blanchâtre qui, étant broyée, devient promptement brun foncé; broyée et mise immédiatement en contact avec l'eau, on reconnaît au microscope qu'elle est composée de lamelles cristallines, douées de la double réfraction et présentant de belles couleurs à la lumière polarisée. Si l'on attend quelques instants, les petits cristaux se peroxydent, se décolorent et deviennent brun foncé. Ces cristaux appartiennent donc à un oxyde manganeux hydraté, qui se change en peroxyde.

Silicate d'alumine.

» Ce produit est formé par la réaction du chlorure d'aluminium sur le silicate de potasse. Le produit formé est translucide et non biréfringent; il contient de la silice, de l'alumine et de l'eau. La faible quantité que l'on a obtenue n'a pas permis d'en faire l'analyse complète.

» On a obtenu, en vertu des mêmes actions, les carbonates, sulfates et phosphates métalliques et terreux, cristallisés et biréfringents.

» J'ai exposé avec plus de détails le mode d'action nécessaire pour obtenir deux autres produits qui présentent des particularités remarquables: je veux parler du chromate de plomb et du fluorure de calcium.

» On obtient le chromate de plomb avec une dissolution de bichromate de potasse et une autre de plombite de potasse; il est en aiguilles jaunes orangées formant des faisceaux verticaux et doués de la double réfraction; ce produit a donné à l'analyse

Oxyde de plomb.	82
Acide chromique.	14,8
Eau et perte.	3,2
	100,0

» Or cette composition est celle du *mélanochroïte* ou chromate basique

de plomb naturel, dont l'analyse a été faite par del Rio, qui a trouvé

Plomb.	80,72
Acide chromique....	14,80

» Les nombreuses expériences que nous avons faites pour étudier la production du chromate de plomb, cristallisé par des actions électrocapillaires, ont mis en évidence un fait général qui n'est pas sans quelque importance et qu'on voit se reproduire dans beaucoup d'actions du même genre. Les aiguilles cristallisées de ce composé semblent partir de chaque pore du papier et prendre sa forme; elles s'allongent fréquemment, s'entrecroisent, comme dans un tissu fibreux, peut-être aussi seraient-elles capillaires; de sorte que les actions électrocapillaires s'opéreraient dans l'intérieur, comme nous l'avons observé dans la formation du sulfate de chaux, en séparant une dissolution de nitrate saturée de chaux d'une autre de sulfate de soude; les aiguilles cristallisées produites ont quelquefois 2 et 3 décimètres de longueur; quand elles atteignent le fond du vase, la dissolution de nitrate de chaux qui s'écoule dans les tuyaux capillaires fins de sulfate de chaux réagit sur le sulfate de soude, d'où résultent des stalagmites au lieu de stalactites.

» En général, quand les produits ne sont pas aciculaires, ils sont formés de lames ou de tubercules qui augmentent d'épaisseur, comme on l'observe dans la formation du spath fluor; rarement on observe des cristaux très-exacts.

» D'après ce qui précède, on conçoit le rôle important que peuvent jouer dans la nature organique les tissus et les vaisseaux capillaires, par l'intermédiaire desquels s'opèrent des réactions chimiques puissantes. Ces tissus, ces vaisseaux capillaires séparant des liquides de nature différente, il doit en résulter une foule de réactions chimiques, dont on ne s'est pas rendu compte jusqu'ici. Peut-être aussi, et ce n'est là encore toutefois qu'une conjecture, les filets capillaires qui se forment dans les actions électrocapillaires ne donneraient-ils pas naissance à des tissus, à des fibres dans l'organisme animal et végétal.

» Le fluorure de calcium (spath fluor) a été obtenu en opérant avec une dissolution de fluorure d'ammonium et une autre de chlorure de calcium; il se forme sur la face négative de la cloison une croûte de cristaux dont les arêtes sont arrondies et qui paraissent dériver du cube. On trouve très-rarement des cubes complets; quand la cloison a une certaine étendue, il se forme quelquefois aussi des lames de plusieurs centimètres de longueur et de 1 centimètre de largeur.

» L'analyse a donné pour composition de ce produit :

Calcium	47,8
Fluor	52,2

» Le spath fluor naturel contient

Calcium	51,87
Fluor	48,13

On voit que les deux analyses présentent peu de différence.

» Dans les expériences où se produisent les combinaisons d'oxyde et les silicates et aluminates terreux, sur la surface de la cloison négative il se dépose de l'alumine, dont l'épaisseur est de quelques millimètres et qui est formée de lamelles, renfermant une multitude de cristaux microscopiques, dont la forme est indéterminable; les lames vues au microscope, sans l'intermédiaire de deux prismes de Nicol, paraissent contenir une multitude de petits cristaux biréfringents; la masse totale contient des équivalents égaux d'alumine et de chaux; quelquefois la face positive se recouvre de silice et de gelée, renfermant une multitude de petits cristaux biréfringents.

» On est porté à croire que, dans la nature, pareils effets peuvent se produire, c'est-à-dire qu'il doit se former dans des amas de silice et d'alumine en gelée des cristaux augmentant avec le temps et qui restent incrustés dans ces amas, quand ils se sont solidifiés avec le temps; ne serait-ce pas à des causes de ce genre qu'il faudrait attribuer la formation de ces masses de quartz, plus ou moins transparents, qui renferment dans leur intérieur des cristaux de tourmaline, de rutile, d'épidote? »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Observations au sujet de l'établissement d'une mer intérieure en Algérie;* par M. DE LESSEPS.

« M. le capitaine d'état-major Roudaire, dont l'Académie s'est occupée à l'occasion de son Mémoire sur l'établissement d'une mer intérieure en Algérie, est de retour à Paris à la suite d'une mission qui lui avait été confiée en province. Il est venu me voir et m'a prié de remercier l'Académie de l'intérêt qu'elle avait témoigné en faveur de son projet.

» Voici l'état de la question :

» Il sera proposé à l'Assemblée de Versailles, lors de la présentation du budget de la guerre, d'allouer un crédit de 25 000 francs pour les études définitives du projet de remplissage des chots, formant l'ancien bassin du lac Triton au sud de l'Algérie.

» Le personnel des études du percement de l'isthme de Gabès partirait de Biskara, et aurait non-seulement le concours du gouverneur général de l'Algérie, mais encore celui du bey de Tunis, dont le gouvernement est aussi intéressé au succès de l'entreprise que celui de la France. C'est, d'ailleurs, dans la petite Syrte, dépendant des États du bey de Tunis, que devra se faire l'ouverture du cordon littoral méditerranéen.

» Le premier ministre du bey de Tunis est le général Kéreddine, très-connu dans la société de Paris, dont l'esprit cultivé et le caractère entreprenant promettent un appui très-puissant. Les avantages qui résulteront pour l'Algérie du rétablissement de la grande et riche baie du Triton seront partagés par la Tunisie, qui possède autour de ce bassin un territoire égal à celui de la France.

» Lorsque les études seront terminées, alors commencera le rôle de la Commission que l'Académie a bien voulu nommer pour donner son opinion sur le projet.

» Cette opinion aura une grande influence pour la réussite de l'entreprise. Je rappelle avec reconnaissance, à ce sujet, que l'Académie ayant été appelée à examiner, sur la proposition de M. Élie de Beaumont, toutes les études faites sur les lieux par les premiers ingénieurs de l'Europe, pour préparer le percement de l'isthme de Suez, le savant Rapport de la Commission de l'Académie, présenté par M. le baron Charles Dupin, leva tous les doutes répandus dans le public par cette déclaration : « que les études faites « étaient les dignes apprêts d'une entreprise utile au genre humain ».

» Tout projet donne lieu à des objections, et si des hommes compétents ne viennent pas les détruire, l'entreprise ne peut marcher qu'avec beaucoup de difficultés.

» En ce qui concerne le remplissage du bassin du Triton, j'ai lu il y a quelque temps dans des journaux que l'évaporation qui en serait la conséquence pourrait influer d'une manière fâcheuse sur le climat de la France. On a même parlé de la possibilité d'un retour à l'époque glaciaire. Je ne partage pas ces craintes, d'autant plus que l'évaporation provenant d'une mer intérieure de 350 kilomètres de long sur 60 kilomètres de large ne donnerait tout au plus, pour l'évaporation, que 28 millions de mètres cubes par an.

» Mais je demande à ceux de nos confrères qui ont une grande autorité dans les questions météorologiques, et particulièrement à M. Le Verrier, de vouloir bien dire ce qu'ils en pensent. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le Concours du grand prix des Sciences mathématiques, pour 1874 (Théorie mathématique du vol des oiseaux).

MM. Bertrand, Tresca, Cl. Bernard, Serret, Hermite réunissent la majorité des suffrages.

Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Puiseux, Jamin.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le Concours du grand prix des Sciences mathématiques pour 1874 (Étude des équations relatives à la détermination des modules singuliers, pour lesquels la formule de transformation dans la théorie des fonctions elliptiques conduit à la multiplication complexe).

MM. Bertrand, Hermite, Serret, Puiseux, Bonnet réunissent la majorité des suffrages.

Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Chasles, Liouville.

MÉMOIRES LUS.

GÉOLOGIE. — *Mémoire sur la classification chronologique des formations;* par M. A.-E.-B. de Chancourtois. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Élie de Beaumont, Ch. Sainte-Claire Deville, Daubrée.)

« Le point de départ de ce Mémoire est l'idée que le monde observable nous offre partout, pour ainsi dire, les résultats de compromis passés entre le principe de *continuité* et le principe antagoniste de *discontinuité* ou de *dualité*. Son objet final est de préparer l'institution d'un *classement naturel* en prouvant que, à bien regarder, et d'un point de vue général, il y a concordance entre les conditions *minéralogiques* et les conditions *paléontologiques* qui, prises en considération séparément et de points de vue acci-

dentels, donnent lieu à des classements discordants, souvent même proclamés inconciliables.

» Mais, dans le présent Extrait, j'insisterai seulement sur la démonstration d'une *loi de récurrence*, que j'ai déjà fait connaître depuis une dizaine d'années dans les cours de l'École des Mines, et à l'égard de laquelle je désire prendre date d'une manière définitive, parce qu'elle me paraît fournir une clef utile, sinon indispensable, pour mettre en ordre les notions de Géologie avec toute la méthode qu'elles comportent aujourd'hui.

» On distingue habituellement, au-dessus des ensembles appelés *terrains*, de grands ensembles correspondant à trois périodes dites *primaire*, *secondaire* et *tertiaire*.

» Je montre d'abord que si l'on place la limite de l'application du mot *primaire* au-dessus du calcaire carbonifère, les trois périodes se trouvent également bien caractérisées aux points de vue de la Lithologie ou de la Minéralogie, de la Paléontologie et enfin de la Géologie générale. Je précise ensuite, autant que possible, la partie de la série des formations qu'il faut séparer à la base comme correspondant à une période *azoïque*, que je propose d'appeler *préliminaire*; je précise de même la partie de la série que l'on a coutume de séparer au sommet comme correspondant à une période dite communément *quaternaire*, et cette dénomination me semblant mauvaise à tous égards, je propose de la remplacer par celle de période *récente*, ou mieux *finale*, et je fais remarquer que cette période mérite la dénomination d'*olozoïque* ou d'*anthropozoïque*, par opposition à la dénomination d'*azoïque*. C'est lorsque l'on a détaché ces deux parties, à titre d'appendices, que la récurrence apparaît de la manière la plus manifeste dans le corps principal de la série, comprenant, avec les termes de la période secondaire, ceux des périodes primaires et tertiaires restreintes ou proprement dites.

» L'analogie du *calcaire carbonifère* et de la *craie*, qui m'a donné le moyen de délimiter rationnellement les périodes secondaires et primaires, est la première qui m'a fait apercevoir la récurrence. Le développement du *gypse* dans un des terrains tertiaires qui contient, entre autres étages remarquables, celui des *marnes vertes*, rappelle aussi clairement le développement du *gypse* dans les *marnes irisées* de la période secondaire. Pour ne citer que les traits les plus importants de la correspondance établie par ces deux repères, je montre d'abord les *grès verts* et les formations néocomiennes, si riches en éléments métalliques colorés, précédant les formations crétacées proprement dites, comme le *vieux grès rouge* et les formations dévoniennes, également chroïcolytiques, précèdent le calcaire carbonifère,

puis les alternances de *calcaires* et d'*argiles* schisteuses des terrains *jurassiques* correspondant exactement aux alternances de *calcaires* et de *schistes argileux* des terrains siluriens. Si donc le terrain pliocène est exclu de la période tertiaire, comme je l'ai proposé, on voit que la série régulièrement sédimentaire se décompose nettement en deux parties dont la supérieure semble produite par la récurrence de toutes les formations de l'inférieure.

» Il importe de noter que les termes entre lesquels se manifeste cette loi de récurrence obéissent à une *loi de réduction graduelle*. Dans le nord-ouest de l'Europe, comme dans le nord-est de l'Amérique, les puissances des formations semblent décroître en projection géométrique.

» La similitude qui s'observe sous ce rapport entre les lois de réduction accusées par les relevés des deux régions se retrouve dans les anomalies que présente le développement des formations de la première partie de la série et des formations récurrentes de la seconde partie. En effet, dans la région occidentale de l'Amérique du Nord comme en Belgique, après les formations triasiques déjà clair-semées, les terrains jurassiques manquent dans la série sédimentaire qui ne reprend qu'aux terrains crétacés.

» Je rappelle que j'ai indiqué, ailleurs, comment la corrélation directe des formations éruptives et des formations sédimentaires conduisait à chercher le classement des *remplissages des filons réguliers* dans celui des *dépôts sédimentaires non détritiques* dont le tableau offre, dans le sens vertical, comme le grossissement du tableau d'un filon théorique complet, qui serait construit horizontalement par la juxtaposition ordonnée de tous les remplissages de la région considérée. Je rappelle aussi que j'ai montré une certaine corrélation entre les gisements de combustibles et les phénomènes d'émanation auxquels sont dus les filons métalliques.

» Ce dernier rappel me conduit à ajouter, comme trait marquant dans la suite des récurrences, l'analogie de position des *combustibles houillers* et des *lignites éocènes* succédant respectivement aux calcaires *crétacés* et *carbonifères* et suivis eux-mêmes de grands développements d'*émanations métallifères* dans les terrains *permiens* et *triasiques* comme dans les terrains *éocènes moyen* et *supérieur*.

» On peut dire qu'il y a, au milieu de la série ancienne, comme au milieu de la série nouvelle, une zone de blanc et de noir ou de gris, frangée haut et bas de deux zones irisées.

» La division marquée par les récurrences dans la série des dépôts sédimentaires est confirmée par l'opposition des caractères lithologiques, témoins : d'abord, dans les calcaires, le contraste des textures *oolithique* ou

crayeuse et de la compacité *esquilleuse* ou *marmoréenne;* en second lieu, dans les argiles, celui de la condition plus ou moins *plastique* et de la *schistosité.*

» Cette division concorde parfaitement avec une division que l'on peut faire dans la série éruptive des *roches communes;* car on peut dire que vers l'époque du lias cesse la prédominance de la *cristallinité* et commence celle de la *vitrosité;* la *compacité* ordinaire des produits de la période secondaire se présentant comme un compromis entre les deux modes de solidification essentiellement opposés.

» Sous le rapport organique, le terrain du lias est aussi le théâtre de changements essentiels; c'est à la base du lias que commencent les *bélemnites* prenant la place des *orthocères* et aussi que les *ammonites* proprement dites succèdent aux *cératites.* C'est dans un étage liasique que finit l'antique famille des *spirifers,* comme pour laisser la place au développement des *térébratules* proprement dites. Les échinodermes attachés, les *encrines*, sont encore si développés à la base du lias que leurs débris composent, comme dans les terrains primaires, des assises dites à *pentacrinites;* au contraire, les échinodermes libres, les *oursins*, rares antérieurement, deviennent tout à coup si abondants dans le premier étage oolithique que les débris de leur baguette valent à cet étage le nom de calcaire à *entroques*. Enfin, c'est dans le lias que se développent les reptiles analogues aux phoques et aux chauves-souris, les *ichthyosaures* et les *ptérodactyles;* c'est immédiatement au-dessus du lias à la base des étages oolithiques que l'on constate le premier développement notable, sinon l'apparition des *mammifères.*

» D'après ces diverses considérations, j'incline à placer la démarcation de la période ancienne et de la nouvelle au niveau bitumineux des *marnes à posidonies,* où la présence habituelle des lignites accuse assez uniformément un exhaussement maximum des fonds, sinon une émersion générale.

» Je discute d'ailleurs les limites plus ou moins rapprochées d'une *zone de passage* qui remplace la démarcation dans le cas ordinaire de la continuité, zone dont on retrouve les analogues tant à la limite des périodes préliminaire et primaire qu'à celle des périodes tertiaire et finale.

» Certains termes des deux appendices de la série sédimentaire donnent à penser que la succession des formations est ébauchée dans la période préliminaire et que la période finale en offre comme une réminiscence. Mais, que la loi de récurrence trouve ou non son application dans ces deux appendices, la division *binaire* qu'elle fait apercevoir, au-dessus de la division *ternaire*, dans la série régulièrement stratifiée, sinon dans la série totale des formations, n'en reste pas moins bien assise, et cette division

binaire étant justifiée par les considérations lithologiques et paléontologiques, il y a lieu de la consacrer par des noms.

» Il est facile de doubler de dénominations significatives les dénominations banales de période ancienne ou antérieure, période nouvelle ou postérieure, qui se présentent au point de vue purement chronologique.

» D'après les prédominances respectives des formes anguleuses et des formes arrondies, dans les produits organiques aussi bien que dans les produits inorganiques des deux périodes, je propose d'appeler la première *période goniomorphique* et la seconde *période cyclomorphique*. Je risque même les dénominations univoques *goniobiade* et *cyclobiade*, d'une valeur philosophique peut-être supérieure.

» On retrouve dans les deux dénominations la corrélation contrastante de l'*arc* et de l'angle *sous-tendu*.

» Une division binaire doit pouvoir se faire en tête de tout système logique de classement, puisque la *discontinuité* qui donne la raison d'être aux classifications n'est que le détail, je dirais presque la monnaie, de la *dualité*, et, pour peu qu'on ait réfléchi sur l'avis inscrit par Platon à l'entrée de son école, on ne doit pas être surpris que l'un des contrastes fondamentaux qui président à la classification des choses matérielles de la terre, envisagées dans leur universalité, soit symbolisé par le contraste des deux éléments purement géométriques, l'*angle* et l'*arc*, dérivant immédiatement du contraste primordial de la *droite* et du *cercle*.

» On aperçoit aussi facilement que la liaison, la réciprocité évidente de ces deux éléments est une simple traduction de la remarque qui a été le point de départ de ce Mémoire; car elle symbolise la concurrence nécessaire des principes de *continuité* et de *dualité* qui sont inévitablement en lutte dans les divers agencements des variables de la *matière*, de l'*espace* et du *temps* que nous offrent toutes les parties de la création. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques applications aux courbes du second degré du théorème d'Abel, relatif aux fonctions elliptiques.* Note de M. H. Léauté, présentée par M. O. Bonnet.

(Commissaires : MM. O. Bonnet, Puiseux.)

« Borné au cas des intégrales elliptiques, le théorème d'Abel, sous la forme géométrique que lui a donnée Clebsch, peut s'énoncer de la manière suivante :

» *La somme des intégrales de première espèce*

$$\int_{x_0}^{x_1} \frac{dx}{\sqrt{(1-x^2)(1-k^2x^2)}},$$

relative aux points d'intersection de la courbe

(1) $$y^2 = (1-x^2)(1-k^2x^2)$$

avec une courbe algébrique

$$f(x, y) = 0,$$

est constante tant que cette courbe conserve le même degré.

» Si donc on considère la courbe du quatrième degré précédente, dont l'équation peut être mise sous la forme

$$x = \sin \operatorname{am} u, \quad y = \cos \operatorname{am} u \Delta \operatorname{am} u,$$

à chaque valeur de l'intégrale elliptique u correspondra un point de la courbe, et l'on pourra, par suite, regarder cette courbe comme donnant, en quelque sorte, par les coordonnées de chacun de ses points, une représentation géométrique de la fonction elliptique et de sa dérivée.

» Le but de cette Note est de trouver une représentation analogue à l'aide des courbes du deuxième degré et de déduire de cette représentation quelques-unes des conséquences du théorème d'Abel.

» Remarquons tout d'abord qu'une même courbe du quatrième degré nous permet d'obtenir une représentation analogue pour une infinité de fonctions elliptiques, puisqu'il suffit pour cela d'appliquer à l'intégrale elliptique une de ces transformations connues qui permettent d'exprimer rationnellement en fonction de x les sin am d'une autre intégrale elliptique.

Cela posé, la courbe (1) peut être considérée, d'après la forme de son équation, comme la perspective stéréographique de l'intersection (A) de deux surfaces du second degré à la condition : 1° de mettre l'œil sur un des quatre cônes qui passent par cette intersection et sur une arête du trièdre conjugué commun; 2° de prendre le plan du tableau parallèle au plan tangent au cône mené par l'œil.

» Il faut de plus, pour obtenir en perspective cette courbe elle-même, que le rapport anharmonique des quatre points où elle coupe son axe de symétrie soit égal à celui des rayons visuels passant par les quatre points d'intersection de la courbe (A) avec le plan polaire du sommet du cône qui contient l'œil.

» A cette condition qui peut être remplie d'une infinité de manières,

s'ajoute enfin celle-ci : à un point, pris en dehors de l'axe, doit correspondre un point de la courbe gauche, et cette dernière condition, à laquelle on peut toujours satisfaire, achève de déterminer la courbe gauche, étant donné le cône qui reste arbitraire.

» Mais alors à chaque point de la courbe plane du quatrième degré correspondra un seul point de la courbe gauche (A), et l'on pourra, par suite, transporter à cette dernière courbe la représentation des fonctions elliptiques.

» Cela étant admis, si l'on place l'œil à l'un des sommets des quatre cônes du deuxième degré qui passent par la courbe (A), le plan du tableau étant d'ailleurs quelconque, la projection stéréographique de cette courbe (A) deviendra une conique, et l'on aura ainsi transporté à une courbe du second degré la représentation en question.

» Pour fixer les idées, on supposera l'œil placé au sommet S du cône qui le contenait déjà, et l'on nommera (C) la conique correspondante que l'on supposera être dans le plan de la face opposée du tétraèdre conjugué.

» La méthode est alors bien nette : on appliquera le théorème d'Abel à la courbe plane du quatrième degré et, cela fait, on verra, en mettant l'œil dans sa première position, ce que donne ce théorème pour la courbe gauche (A); puis on transportera l'œil au sommet du cône, et l'on regardera ce que deviennent les résultats obtenus quand on passe de la courbe (A) à la conique (C). On obtiendra ainsi, comme nous le verrons plus loin, aisément et par un même procédé, les théorèmes de Poncelet sur les polygones, simultanément inscrits et circonscrits à des coniques ayant quatre points communs (1), le mode de représentation par les cercles, donné par Jacobi (2), les formules trouvées par M. Hermite (3), et celles indiquées par M. Moutard (4).

» De la corrélation que nous avons établie entre la courbe plane du quatrième degré et la courbe gauche (A), il résulte que la somme des intégrales elliptiques relatives aux points d'intersection de (A) avec une courbe quelconque tracée sur le cône S est constante pour toutes les courbes de même degré.

---

(1) Poncelet, *Applications d'Analyse et de Géométrie*, 6e cahier, p. 348.

(2) Jacobi, *Journal de Crelle*, t. III, année 1828.

(3) Hermite, *Bulletin des Sciences mathématiques*, t. II, janvier 1871, p. 21.

(4) Moutard, *Applications d'Analyse et de Géométrie de Poncelet. Notes et Additions*, p. 535.

» En particulier, si l'on considère les différentes sections planes du cône S, ces coniques couperont la courbe (A) en quatre points pour lesquels Σu sera constant. Si deux de ces points restent fixes, Σu sera constant pour les deux autres, et la relation entre ces deux points équivaudra au théorème d'addition.

» Or les cordes qui joignent respectivement les deux points fixes et les deux points variables sont deux génératrices de systèmes différents de l'hyperboloïde à une nappe contenant la corde fixe et passant par (A); on voit donc que les points de (A), tels que Σu soit constante, sont situés deux à deux sur les génératrices d'un même système d'un des hyperboloïdes passant par (A).

» Si l'on place maintenant l'œil au sommet du cône S, toutes ces génératrices se projetteront suivant des droites qui joindront les points de la conique (C), pour lesquels Σu est constant, et toutes ces droites envelopperont une même conique, contour apparent de l'hyperboloïde.

» Pour chaque hyperboloïde passant par la courbe (A), nous aurons une conique de contour apparent et toutes ces coniques passeront par les quatre points d'intersection de la conique (C) avec la courbe (A), puisque le plan du tableau est le plan polaire conjugué du sommet S.

» De là résulte évidemment que, si l'on considère dans la conique (C) un polygone inscrit et que l'on déforme ce polygone de manière que chacun de ses côtés enveloppe une des coniques passant par les quatre points dont on vient de parler, Σu sera constant d'un sommet au sommet consécutif, de celui-ci au suivant, etc. On en déduira aisément que Σu est constant du premier au dernier et que, par suite, le côté qui ferme le polygone enveloppe une conique analogue, ce qui constitue le théorème de Poncelet. »

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur l'observation d'un phénomène analogue au phénomène de la goutte noire.* Note de M. **Devic.**

(Renvoi à la Commission du passage de Vénus.)

« A la dernière séance de l'Académie des Sciences, il a été question du phénomène du *ligament* ou de la *goutte noire*. Le hasard m'a conduit à observer un phénomène du même ordre qu'il serait peut-être utile de faire connaître, si par hasard aucun physicien ne l'a encore signalé.

» Prenons un damier à cases blanches et noires; plaçons-le dans une position verticale et regardons-le de face à une certaine distance, soit avec les deux yeux, soit d'un œil seulement. Inclinons peu à peu la tête de

manière à rendre la droite qui joint les deux yeux parallèle à la direction d'une série de diagonales des carrés. Nous verrons alors les pointes des carrés noirs ou blancs, situés sur ces diagonales, au lieu de se toucher simplement par leurs sommets, se joindre par un trait noir pour les carrés noirs, blanc pour les carrés blancs, le trait s'épaississant à mesure que la tête s'incline et atteignant son maximum de largeur dans la position que nous venons d'indiquer. L'existence de ces traits sera rendue bien sensible si, penchant la tête tantôt à droite, tantôt à gauche, on rend la ligne des yeux alternativement parallèle aux deux séries de diagonales.

» Il est à propos de remarquer que, si l'observation se fait avec des bésicles ou une lorgnette, le phénomène se produit en sens inverse, c'est-à-dire que les traits se montrent alors entre les angles situés sur les diagonales perpendiculaires à la ligne des yeux.

» Le phénomène s'observe aussi assez nettement avec des cercles noirs tangents tracés sur une feuille blanche : l'œil placé parallèlement à la ligne des centres voit les cercles s'unir par une tache noire; placé parallèlement à la tangente commune intérieure, il les voit s'écarter en quelque sorte l'un de l'autre, laissant entre eux un léger intervalle blanc. Il semble, d'après cela, que, pour bien observer l'instant des contacts de deux disques, la situation la plus favorable serait celle où la droite joignant les deux angles de l'œil se trouverait inclinée à 45 degrés sur la ligne des centres. »

VITICULTURE. — *Observations sur les obstacles qu'il faudrait opposer à l'envahissement des vignes par le Phylloxera.* Lettre de M. **Bourgeois** à M. Dumas.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Jarnac (Charente), le 9 juillet 1874.

» J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie des Sciences quelques propositions relatives aux obstacles qu'il faudrait opposer à l'envahissement des vignes par le Phylloxera; elles sont, en résumé, le résultat de la lecture des communications adressées à l'Académie, de mes propres observations sur l'insecte et sur les vignobles attaqués par lui, enfin de fréquents échanges d'idées avec les personnes occupées à la culture de la vigne.

» I. *Destruction directe du* Phylloxera vastatrix. — Il n'y a pas mieux à faire que d'arracher et de détruire le cep attaqué; mais *on ne peut jamais arracher tout le chevelu* de la racine; or, comme il porte toujours des Phylloxeras, on ne sera jamais sûr de les détruire tous; ils quitteront les radicelles desséchées et s'éloigneront de l'endroit où était le cep arraché, pour

aller se fixer sur les ceps voisins, qu'il est indispensable de préserver tout d'abord, si l'on ne veut avoir fait une opération au moins illusoire.

» II. *Préservation de ceps isolés.* — Dans les observations qui suivent, je conseille d'employer, comme poudre absorbante pour les matières actives, la houille concassée.

» Lorsque le Phylloxera attaque un cep, il s'enfonce en terre en suivant d'abord le pied même du cep et, ensuite, les ramifications de la racine, jusqu'aux radicelles. On préservera donc celui-ci en ôtant la terre qui touche le pied jusqu'à la naissance des premières grosses divisions de la racine et en appliquant à sa place une pâte de houille pilée et d'huile, ou un goudron de houille ou coaltar.

» III. *Préservation d'un champ de vignes non attaqué.* — On arrivera à la préservation d'un groupe plus ou moins considérable de ceps contigus en l'entourant d'une *enceinte* faite avec le mélange, à parties égales, d'une poudre inerte, de houille pilée et de produits de l'épuration du gaz de l'éclairage, tels que goudrons, huiles, sels ammoniacaux.

» IV. *Traitement d'un champ de vignes partiellement attaqué.* — Dans ce cas, peut-être le plus intéressant, les ceps attaqués sont en groupes compacts, formant comme des taches sur le champ de vigne. 1° *On isolera les groupes non attaqués* par une enceinte composée comme il a été dit plus haut, ayant, de même, un demi-mètre de profondeur et autant d'épaisseur; 2° on arrachera ensuite les ceps malades, on les brûlera sur place et *l'on se gardera de les transporter à travers le champ*, afin de ne pas semer le Phylloxera. »

M. DE CHEFDEBIEN adresse une Note sur un moyen de retarder la vaporisation du sulfure de carbone employé pour détruire le Phylloxera. Dans des expériences ayant pour but de détruire les charançons qui dévastaient un grenier, il avait renfermé le sulfure de carbone dans un petit flacon et percé le bouchon d'un trou laissant passage à une mèche très-petite. Une capsule de toile métallique coiffait le goulot et préservait la mèche de tout contact.

M. GUIGNET propose, pour obtenir un dégagement lent des vapeurs de sulfure de carbone, d'imprégner de ce liquide des fragments de briques ou de tuiles bien secs. On constate qu'un morceau de brique, de la grosseur d'une noix, ainsi imprégné et enterré dans un sol un peu tassé, conserve encore après deux jours l'odeur propre au sulfure de carbone.

L'auteur de la Note fait remarquer que le prix du sulfure de carbone

n'est pas aussi élevé qu'on le pense généralement; il n'atteint que 90 francs environ l'hectolitre.

M. Solacroup propose d'employer, pour combattre le Phylloxera, le savon noir dissous dans l'eau. Ce procédé lui a réussi dans une expérience faite en septembre 1873.

La Société des Mines et des Usines de Sambre-et-Meuse propose d'employer pour combattre le Phylloxera un liquide tenant en dissolution du polysulfure de calcium, de l'hyposulfite de chaux et du sulfate de chaux. On obtient cette liqueur en lessivant les résidus de la fabrication du carbonate de soude, après leur avoir fait subir une oxydation partielle. L'abondance de ces résidus permet d'obtenir à très-peu de frais la liqueur en question. Elle agit surtout par les polysulfures qu'elle contient; l'acide carbonique de l'air les décompose peu à peu et produit une précipitation de soufre et un dégagement continu d'hydrogène sulfuré.

M. N. Catzaros signale l'apparition du Phylloxera en Grèce, et particulièrement dans les provinces du Péloponèse et les îles Sporades. Une solution aqueuse de sulfate de protoxyde de fer lui a servi dans le traitement des ceps attaqués. L'auteur soumet son procédé au jugement de l'Académie.

M. André adresse quelques remarques relatives au Phylloxera.

M. J. Cacomont donne la composition d'un liquide qu'il emploie dans le traitement des ceps malades.

(Ces diverses Communications seront renvoyées à la Commission du Phylloxera.)

M. Élie de Beaumont, après avoir fait connaître sommairement le contenu des pièces qui viennent d'être mentionnées, ajoute l'observation suivante :

« En voyant tant d'hommes honorables et de savants distingués envoyer à l'Académie le tribut de leurs réflexions et de leurs recherches sur les moyens les plus propres à combattre l'invasion d'un insecte qui menace de devenir un fléau, je me ferais une sorte de scrupule de ne pas joindre au fond commun une idée qui a traversé mon esprit.

» Mon idée serait d'employer la *neige* pour concourir à la destruction du Phylloxera.

» Chaque année, j'entends les agriculteurs et les amis de l'Agriculture signaler comme un bienfait une chute abondante de neige ou déplorer

son absence. La neige, en séjournant sur le sol et en fondant à sa surface, en inonde toutes les cavités et y fait périr une foule d'insectes et de petits animaux nuisibles. On pense, en outre, qu'elle contient des sels azotés qui sont propres à fertiliser le sol auquel la fusion de la neige les abandonne.

» Je me suis demandé si le *Phylloxera vastatrix* ne serait pas du nombre de ces petits êtres malfaisants dont la neige, convenablement aménagée, pourrait contribuer à nous débarrasser. L'aménagement que j'ai en vue consisterait à relever, avant le dégel, toute la neige tombée sur une vigne et à en faire des tas au pied des ceps. Ces tas fondraient beaucoup plus lentement que n'aurait fait la neige répandue uniformément sur la vigne. Ils ne feraient pas naître des courants d'eau capables de raviner le sol déclive de la vigne en emportant les principes fertilisants que la neige renferme. La fusion lente et prolongée de chaque tas de neige distillerait, pour ainsi dire goutte à goutte, au pied de chaque cep, toute l'eau qu'il renfermerait. Il serait facile, avant l'hiver, au moyen d'une bêche, de disposer la terre en forme de petites cuvettes dont les ceps occuperaient le fond, et d'y faire même, à l'aide d'un plantoir, un trou vertical par lequel l'eau de fusion de la neige pénétrerait jusqu'aux racines de la vigne avec ses principes fertilisants.

» L'opération serait peu dispendieuse. Ce serait une nouvelle façon à ajouter aux autres façons que le vigneron donne à la vigne dans le cours de l'année, et ce serait probablement une des façons les moins coûteuses; seulement, au moment où le dégel commencerait, le vigneron devrait réunir un certain nombre d'adolescents, qui opéreraient rapidement, et sans doute à assez bon marché, le relèvement de la neige.

» La quantité de neige qui tombe chaque année est variable; mais, dans bien des circonstances, la neige entassée au pied des ceps suffirait pour donner à chacun d'eux un arrosement lent de 5 à 6 litres d'eau glacée qui imbiberait et inonderait, pour une ou plusieurs semaines, le sol où sont plongées les racines. L'*inondation* du sol d'une vigne ayant été signalée comme le moyen le plus certain de la préserver du Phylloxera, on peut croire que, dans beaucoup de cas, cette petite inondation passagère ne serait pas tout à fait inefficace.

» Cette pratique, peu dispendieuse, n'empêcherait d'ailleurs l'emploi d'aucune des substances toxiques ou bitumineuses dont on a proposé de se servir pour empoisonner ou éloigner le Phylloxera.

» Les réflexions que j'ai faites au sujet de la *neige*, ajoute M. **Élie de Beaumont**, m'ont conduit à en faire d'autres relativement à la *gelée*.

» Tous les départements infestés par le Phylloxera demeurent compris *jusqu'à présent* dans une zone en forme de croissant qui entoure vers le sud le massif central de la France, et dont les deux pointes s'avancent au nord, d'une part jusqu'à Lyon, comme le disait il y a huit jours M. Dumas, et d'autre part jusqu'à Jarnac (Charente), ainsi que l'annonce aujourd'hui M. Bourgeois, et jusqu'à Cognac, comme on l'a fait connaître précédemment. La partie la plus large du croissant comprend les parties les plus chaudes de la France, ce qu'on appelle le *Midi*, et il est à remarquer que ses deux pointes n'atteignent pas précisément la même latitude, car la ligne de Cognac à Lyon va en se relevant un peu de l'ouest à l'est, *parallèlement à la limite septentrionale de la culture de la vigne.*

» L'harmonie que présente cette disposition avec la géographie de la vigne pourrait porter à croire que la propagation du Phylloxera n'est pas tout à fait fortuite et soumise seulement au caprice des vents, mais qu'elle obéit aux lois de la géographie physique. Elle conduirait à conjecturer, par exemple, que le Phylloxera tend à devenir endémique dans les parties de la France seulement où il y a beaucoup de vignes dont le sol ne gèle jamais, ou ne gèle que très-peu; tandis qu'il s'arrête devant celles où le sol de toutes les vignes gèle fortement chaque hiver.

» Cette conjecture, je me hâte de le proclamer, *est quant à présent fort hasardée*, et, si elle est mal fondée, il importe de la détruire le plus promptement possible. Elle pourrait en effet inspirer une fausse sécurité aux vignerons de la Bourgogne, de la Champagne, de la Suisse, des bords du Rhin et de toutes les contrées où le sol des vignes est sujet aux atteintes de la gelée; non pas seulement aux atteintes des gelées blanches qui rôtissent au printemps les jeunes pousses de la vigne, mais à celles des fortes gelées de l'hiver qui, sans faire aucun mal à la vigne, durcissent le sol dans lequel elle est implantée, et lui imposent la nécessité d'un *dégel* peu favorable peut-être au *Phylloxera.* »

M. C. **Houyvet** adresse une Note relative au projet d'une mer intérieure en Algérie.

« D'après la Communication faite à l'Académie des Sciences par M. le capitaine d'état-major Roudaire, il serait possible de rétablir, au moyen d'un canal, une mer intérieure dans la partie de l'Afrique, au sud de l'Atlas; cette mer rendrait à la fertilité une immense étendue de terre stérile et désolée.

» Mais il ne suffirait pas de rétablir une mer intérieure en Algérie, il faudrait la maintenir.

» Or, en supposant la mer établie au moyen d'un canal, cette mer perdrait tous les jours une énorme quantité d'eau par l'évaporation, sans qu'il lui arrivât aucune quantité d'eau douce équivalente. L'eau évaporée ne serait remplacée que par de l'eau salée arrivant par le canal, et bientôt la mer intérieure serait au maximum de saturation. L'évaporation continuant, il se ferait un dépôt de sel qui finirait par remplir tout l'espace de la mer intérieure; de sorte que le projet soumis à l'Académie aurait pour résultat unique de créer à grands frais une immense saline. »

(Renvoi à la Commission nommée.)

M. V. Lanzillo adresse de nouveaux renseignements sur l'électro-vigile.

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

M. Trémaux adresse une Note sur la nécessité de la distinction des différents modes de vibration et de la pression dans les transmissions de force vive.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée, composée de MM. Le Verrier, Yvon Villarceau, auxquels M. Tresca est prié de s'adjoindre.)

M. A. Daussin sollicite l'examen d'un nouveau moteur électromagnétique. Si l'auteur juge opportun d'envoyer un Mémoire à l'Académie, ce Mémoire sera soumis à une Commission composée de MM. Ed. Becquerel, Bréguet.

CORRESPONDANCE.

M. Tchébichef, nommé Membre associé étranger, adresse au Président de l'Académie la Lettre suivante :

« Saint-Pétersbourg, le 6 juillet 1874.

» Votre lettre m'apprend que la célèbre Académie de Paris a daigné m'honorer du titre de Membre associé étranger. Je ne puis trop me féliciter de cette nomination. Elle m'associe au corps des savants éminents de ce pays de France qui, dans tous les temps, fut le foyer de lumière, et à qui l'Europe entière doit ses premières notions de justice et de fraternité. Veuillez, Monsieur, exprimer à vos célèbres confrères ma profonde reconnaissance pour la haute distinction dont j'ai été honoré. »

MÉCANIQUE. — *Note relative au viriel de M. Clausius;* par **M. F. Lucas.**

« Considérons un point matériel mobile, de masse m, et soient, à l'instant quelconque t :

x, y, z les coordonnées de ce point rapportées à trois axes rectangulaires quelconques;

$r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$ sa distance à l'origine des coordonnées;

$v = \sqrt{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dt}\right)^2}$ sa vitesse;

$X = m\frac{d^2x}{dt^2}$, $Y = m\frac{d^2y}{dt^2}$, $Z = m\frac{d^2z}{dt^2}$ les trois projections de la résultante des forces par lesquelles il est sollicité.

» On a identiquement

$$\frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}(Xx + Yy + Zz) = \frac{1}{4}m\frac{d^2r^2}{dt^2}. \tag{1}$$

(Si le mouvement s'opérait sur une sphère ayant son centre à l'origine des coordonnées, r serait constant et, par conséquent, le second membre de l'équation ci-dessus serait constamment nul. De là une formule intéressante pour la théorie du pendule simple.)

» Cette formule (1) est absolument générale. On en déduit

$$\begin{cases} \frac{m}{2(t''-t')}\int_{t'}^{t''} v^2\,dt + \frac{1}{2(t''-t')}\int_{t'}^{t''}(Xx + Yy + Zz) \\ \quad = \frac{m}{2(t''-t')}\left[\left(r\frac{dr}{dt}\right)_{t=t'} - \left(r\frac{dr}{dt}\right)_{t=t''}\right]. \end{cases} \tag{2}$$

» Si la trajectoire du mobile reste indéfiniment renfermée dans une portion finie de l'espace, r et $\frac{dr}{dt}$ sont toujours finis; le second membre de la formule (2) tend donc vers zéro lorsque l'intervalle $(t''-t')$ tend vers l'infini. Dans ce cas, la valeur moyenne de la fonction mv^2, pour un intervalle de temps considérable, se trouve égale à la valeur moyenne de la fonction $-(Xx + Yy + Zz)$; on a donc, en recourant à une notation adoptée par M. Clausius,

$$\overline{mv^2} = -(\overline{Xx + Yy + Zz}). \tag{3}$$

» Dans cette formule, le premier membre est indépendant de la position de l'origine des coordonnées et de la position des axes; il doit donc en être de même pour le second membre.

» Soient a, b, c trois longueurs arbitraires, représentant les coordonnées d'une nouvelle origine O'. Transportons les axes parallèlement à eux-mêmes en ce point O' et écrivons la formule (3) pour ces nouveaux axes; nous aurons

$$(4) \qquad m\overline{v^2} = -(\overline{Xx + Yy + Zz}) + (a\overline{X} + b\overline{Y} + c\overline{Z}).$$

L'expression $(a\overline{X} + b\overline{Y} + c\overline{Z})$ est nécessairement nulle, quels que soient a, b, c; par conséquent

$$(5) \qquad \overline{X} = \overline{Y} = \overline{Z} = 0.$$

De là ce théorème : *Lorsque la trajectoire d'un point matériel reste indéfiniment comprise dans une portion finie de l'espace, la résultante moyenne (pour un laps de temps considérable) des forces qui sollicitent ce point est identiquement nulle.*

» Reprenons la formule (3) en l'écrivant sous la forme

$$(6) \qquad \tfrac{1}{2}\overline{mv^2} = -\tfrac{1}{2}(\overline{Xx + Yy + Zz}).$$

Le premier membre représente la *demi-force vive moyenne;* M. Clausius donne au second membre le nom de *viriel.* On peut donc dire que, *lorsque la trajectoire d'un point matériel reste indéfiniment comprise dans une portion finie de l'espace, la demi-force vive moyenne (pour un laps de temps considérable) est égale au viriel.*

» La formule (6) existe, en particulier, pour les petits mouvements d'un point matériel dans le voisinage d'une position d'équibre stable; mais, dans ce cas, au lieu de prendre arbitrairement l'origine des coordonnées, à une distance finie de la position d'équilibre, il convient de faire coïncider cette origine avec cette position. En effet, dans l'hypothèse d'un mouvement infinitésimal, X, Y, Z et v sont constamment des infiniment petits du premier ordre, en sorte que le premier membre de l'équation (5) représente la valeur moyenne d'un infiniment petit du second ordre; la logique exige qu'il en soit de même du second membre. Ce *desideratum* est satisfait si l'on fait coïncider l'origine des coordonnées avec la position d'équilibre, car alors x, y, z représentent les trois projections d'un écart infinitésimal, et l'expression

$$-\frac{1}{2}(Xx + Yy + Zz)$$

est du second ordre de petitesse. Cette même expression devient un infiniment petit du premier ordre si l'on transporte en un point arbitraire de l'espace l'origine des coordonnées; la formule (6) présente alors l'incon-

vénient *d'égaler l'une à l'autre les valeurs moyennes de deux quantités infinitésimales dont les ordres de grandeur diffèrent entre eux.*

» Lorsqu'au lieu de considérer un seul point matériel on en considère un nombre quelconque, formant un système susceptible de revêtir une forme d'équilibre stable, dans le voisinage de laquelle il pourra s'agiter, on peut écrire la formule (6) pour chacun de ces points et faire la somme des résultats obtenus.

» M. Clausius, adoptant les mêmes axes de coordonnées pour tous les points, définit le *viriel du système* par la moyenne de l'expression

$$-\frac{1}{2}\Sigma(Xx+Yy+Zz),$$

laquelle est un infiniment petit *du premier ordre* et l'égale à la moyenne de la demi-force vive, laquelle est un infiniment petit *du second ordre;* il en résulte que l'important théorème de l'*égalité du viriel et de la demi-force vive moyenne* pèche en apparence contre l'usage si philosophique de ne comparer entre elles que des quantités du même ordre de grandeur.

» Ne serait-il pas préférable de changer d'origine des coordonnées pour chaque point, tout en conservant la direction des axes, de manière à faire coïncider ces origines avec les positions d'équilibre? Les x, y, z relatifs à chaque point représenteraient alors les trois projections de son écart infinitésimal et le viriel du système se définirait par la moyenne de l'expression

$$-\frac{1}{2}\Sigma(Xx+Yy+Zz),$$

représentant un infiniment petit du second ordre, de même que la demi-force vive. »

ANALYSE. — *Note relative à la théorie des surfaces osculatrices;* par M. **Spottiswoode**, présentée par M. Chasles.

« Les conséquences géométriques des considérations qui ont fait le sujet de ma Communication récente sont très-nombreuses : pour le moment il suffira d'en indiquer une des plus importantes.

» Pour une osculation en quatre points P, P_1, P_2, P_3 on aura huit conditions, savoir : quatre pour que les points se trouvent sur la surface U, $0^n=0$, $1^n=0$, $2^n=0$, $3^n=0$; deux de la forme (12) pour un contact simple, et deux de la forme (16) pour l'osculation. Les degrés de ces conditions par rapport aux coefficients de U sont 1, 1, 1, 1, 3, 3, 9, 9. Pour

une osculation à un cinquième point P^4 on aura de plus trois conditions, savoir : $4'' = 0$, une de la forme (12), et une de la forme (16), et ainsi de suite pour d'autres points. On en conclut :

» Par quatre, cinq,... points de l'espace quelconques on peut faire passer $3^2 \times 9^2$, $3^3 \times 9^3$,... surfaces ayant dans leurs équations huit, onze... constantes indépendantes, telles qu'on peut décrire une quadrique qui touche une quelconque de ces surfaces aux quatre, cinq,... points.

» *Exemple.* — Une surface réglée quartique (*quartic scroll*), ayant deux lignes doubles qui ne se rencontrent pas, a pour équation

$$(a, b, c, f, g, h, l, m, n)(x^2, 2xy, y^2)(z^2, 2z\omega, \omega) = 0,$$

qui contient huit constantes indépendantes ; par conséquent, par quatre points de l'espace quelconques on peut faire passer 729 *quartic scrolls* telles, qu'on peut décrire une quadrique qui touche une de ces surfaces aux quatre points. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Remarques sur les observations pyrhéliométriques de Pouillet. Réponse aux critiques de M.* Faye. Note de M. **Duponchel.**

« Sur le premier point relevé par M. Faye, la véritable intensité de la radiation solaire, je n'ai point accusé Pouillet d'avoir commis des erreurs de calcul ou d'observation, mais d'avoir employé une méthode défectueuse qui ne pouvait donner que des résultats inexacts à lui et à tous ceux qui l'ont suivie depuis, en négligeant la quantité de chaleur que l'atmosphère emmagasine dans le jour et qu'elle restitue dans la nuit, c'est-à-dire dans nos climats, les $\frac{10}{11}$ de l'effet total. M. Faye lui-même avait d'ailleurs reconnu les défectuosités de la méthode de Pouillet lorsqu'il a, dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes*, manifesté le désir que les observations de ce savant fussent reprises à des altitudes différentes. Or ce *desideratum* de M. Faye, je l'ai trouvé rempli par une série d'expériences faites par M. Martins dans un but tout différent, il est vrai, mais qui n'en sont pas moins précises et concluantes pour l'objet que nous avons en vue ; elles ont été continuées pendant plusieurs jours dans les meilleures conditions possibles, à deux stations voisines, distantes de 2500 mètres en altitude. Or de ces observations il résulte nettement qu'en opérant comme a fait Pouillet à la station inférieure de Bigorre, son pyrhéliomètre aurait à peu près indiqué, comme à Paris, le onzième de l'effet total.

» J'hésite d'autant moins à maintenir mes conclusions en ce point, qu'elles ne résultent nullement d'expériences qui me soient personnelles ;

que je n'ai eu d'autre mérite, en cette occasion, que d'appliquer le calcul le plus élémentaire aux observations d'autrui, sans qu'il me paraisse possible que j'aie pu me tromper, ainsi que pourra s'en convaincre M. Faye lui-même, s'il veut bien prêter quelque attention au Mémoire détaillé remis à la Commission dont il fait partie.

» Je serai beaucoup moins affirmatif sur le second point des observations de M. Faye, en ce qui concerne la coïncidence vraie ou fausse signalée entre le retour des taches solaires et la périodicité du passage de Jupiter au périhélie.

» En énonçant ce fait, je le croyais hors de discussion, et je l'avais émis ayant sous les yeux la courbe graphique de Carrington telle qu'elle a été reproduite pour les années 1748 à 1860 dans l'ouvrage de M. Guillemin. M. Faye fait observer avec juste raison que la durée de la révolution de Jupiter était de $11^{\text{ans}},8$, celle de la périodicité des taches n'est que de $11^{\text{ans}},1$ pour la période la plus étendue des observations connues de 1705 à 1870; mais cette période d'observations, si longue qu'elle paraisse, est-elle suffisante pour prendre une moyenne quand il s'agit d'une variable qui, dans ses limites extrêmes, varie parfois du simple au double?

» Nier l'action de Jupiter, faute d'une coïncidence générale entre les deux périodes, reviendrait à dire que la Lune n'a pas une action directe sur le phénomène des marées, par cela seul que, d'une année à l'autre, il n'y a pas toujours concordance parfaite entre les phases des deux mouvements.

» Or si je reprends la courbe de Carrington en la continuant dans ses points principaux d'après les données mêmes des tableaux fournis par M. Faye, je vois que le maximum des taches qui, en 1705, est arrivé en retard de 2 à 3 ans sur le passage de Jupiter au périhélie, avait rigoureusement coïncidé avec lui en 1761, et depuis lors avait été constamment en avance avec une tendance marquée au rapprochement à partir du commencement de ce siècle, sauf une anomalie en 1837. Je remarque en outre, sur la courbe de Carrington, que le *maximum maximorum* des taches, en 1761 et 1837, a correspondu aux époques les plus voisines de la coïncidence des deux périodes. »

PHYSIQUE. — *Sur l'achromatisme chimique.* Note de M. **Prazmowski**, présentée par M. Janssen.

« Chargé par M. Janssen de la construction d'un appareil pour photographier le disque du Soleil dans des dimensions assez considérables, ma

première préoccupation s'était portée sur les conditions d'achromatisme à donner à tout le système optique.

» Les principes suivis par les constructeurs d'objectifs photographiques ne doivent pas s'appliquer à ce genre d'appareils. L'objectif dit *sans foyer chimique* est celui qui réunit au même point la partie la plus lumineuse pour l'œil du spectre et celle où l'action chimique s'exerce le plus puissamment. On parvient à obtenir un résultat moyen où l'on a consacré, d'une part, la précision de l'image optique sans donner à l'image photographique toute la finesse dont elle est susceptible. La coïncidence de deux foyers facilite la mise au point et donne à l'image photographique une certaine mollesse, un certain plan très-précieux dans le portrait. Cette mollesse des contours doit être évitée dans les photographies des corps célestes.

» Tous ceux qui se sont sérieusement occupés de la construction des objectifs savent très-bien que, pour obtenir un achromatisme le plus satisfaisant pour l'œil, il ne faut pas chercher à réunir les couleurs extrêmes du spectre, mais celles qui sont les plus brillantes, qui affectent le plus fortement l'organe de la vision ; en un mot il faut réunir dans un même foyer le milieu de l'intervalle entre les raies C et D avec le milieu de l'intervalle de E et F, ou plutôt un endroit du spectre entre E et F plus rapproché de cette dernière raie.

» Pour l'achromatisme photographique, il faut satisfaire les mêmes conditions pour les rayons actiniques; tenir compte uniquement de la partie du spectre où l'action chimique s'exerce le plus puissamment.

» Nous connaissons l'étendue du spectre chimique, mais elle est variable suivant les matières traversées par la lumière. Les absorptions exercées par le verre employé sont individuelles. Une recherche dans ce but était à désirer, afin de fixer exactement la partie du spectre qui devait nous occuper.

» M. Janssen a fait exécuter sous sa direction les photographies du spectre formé par les prismes du flint et du crown qui devaient être employés à la construction de l'objectif et de l'oculaire, ou plutôt de l'appareil grossissant l'image donnée par l'objectif. Ces photographies démontrent que l'action la plus puissante se produit par la partie du spectre entre les raies G et H. Au delà de H elle est moins sensible et cesse rapidement. Entre F et G elle est très-sensible encore, mais beaucoup moins puissante qu'entre G et H.

» L'achromatisme photographique le plus parfait résultera de la réunion dans un foyer des raies G et H en empiétant un peu sur l'intervalle de F à G.

Le reste du spectre chimique doit être consacré comme les couleurs les moins brillantes dans l'achromatisme de la vision.

» Il restait à choisir entre les différents systèmes de courbures de lentilles proposés par les auteurs les plus éminents. La longueur focale donnée, l'achromatisme et la destruction de l'aberration sphérique déterminent la relation entre trois des quatre rayons de courbure. Le quatrième reste disponible et peut servir à assurer une des qualités que l'on veut donner à l'objectif.

» Herschel conseille de choisir cette courbure de manière à pouvoir se servir de l'objectif pour les objets situés à l'infini et aussi pour ceux qui sont à distance peu considérable. Gauss a proposé un système de courbures qui assurent un achromatisme identique pour les rayons marginaux aussi bien que pour les rayons passant près du centre de figure de l'objectif. Les incidences qui en résultent sont énormes, et cette résolution est plutôt théorique que pratique. Je passe sous silence les systèmes de courbures proposées par Littrow et par Kluegel; ils n'assurent pas ni l'un ni l'autre la stabilité de l'achromatisme et de la destruction de l'aberration de sphéricité dans les axes secondaires.

» Je me suis arrêté aux recherches de J.-B. Biot exposées dans son *Astronomie physique*. Dans son long travail il analyse les conditions que doit remplir un objectif parfait. La stabilité de l'achromatisme axial et latéral est regardée par lui comme condition essentielle.

» Cette stabilité n'est assurée qu'en remplissant la condition du contact central entre les deux lentilles qui composent l'objectif. La stabilité est la plus parfaite quand les deux surfaces intérieures sont en contact dans toute leur étendue. Un choix convenable des matières permet de satisfaire à cette dernière condition d'une manière très-approchée. Dans tout son ouvrage, Biot ne définit pas les conditions géométriques que remplit le système de courbures auxquelles il est conduit par des approximations successives et la considération de la destruction des erreurs. En étudiant les résultats définitifs, on voit que ces courbures jouissent de la propriété de présenter le minimum de la déviation aux rayons incidents parallèles à l'axe.

» Imaginons l'objectif décomposé en une infinité de prismes élémentaires du crown et du flint, et ces prismes produisant le minimum de la déviation, la stabilité de l'achromatisme et la destruction de l'aberration sphérique en découlent évidemment.

» Dans ces conditions, les rayons émergents font les mêmes angles avec

l'émergence minimum que les rayons incidents formaient avec l'incidence minimum. Les spectres obtenus dans ces conditions par les prismes élémentaires ne changent pas de nature. La conséquence est évidente. L'aplanétisme et l'achromatisme rigoureusement établis dans l'axe se maintiennent encore dans les axes secondaires faiblement inclinés.

» Nous avons l'image parfaite dans une étendue assez considérable du champ. La partie du spectre dont il fallait tenir compte est une partie visible, et la détermination des indices pouvait se faire par des méthodes rigoureuses.

» Voici les nombres que j'ai obtenus avec les mêmes prismes qui ont servi aux photographies du spectre.

	Crown.	Flint.
Raie F.........	1,52058	1,64290
» G.........	1,52578	1,65432
» H.........	1,53041	1,66504

» En possession de ces données, j'ai entrepris le calcul des rayons de courbure de l'objectif qui devait posséder les propriétés exposées.

» Ce calcul a été exécuté par des méthodes trigonométriques rigoureuses.

» Une pareille résolution numérique *a posteriori* paraît très-longue et très-pénible; mais, avec une certaine habitude, on est rapidement conduit au résultat, qu'on peut regarder comme final, après un petit nombre de tâtonnements.

» On sait que les conditions d'achromatisme ne sont pas identiques pour les rayons qui traversent l'objectif près du centre et ceux qui passent près des bords.

» Les auteurs conseillent de calculer l'achromatisme pour le centre, de le laisser approché pour les bords. Je crois utile de suivre une marche contraire. Dans l'objectif construit pour les photographies du Soleil, les rayons marginaux sont rigoureusement achromatisés; l'achromatisme du centre est approché à un tel degré que, dans l'image, cette petite erreur reste inappréciable par suite de la petitesse des incidences. »

PHYSIQUE. — *Deuxième Note sur la conductibilité électrique des corps ligneux;* par M. TH. DU MONCEL (1).

« Dans ma dernière Communication j'ai montré que la conductibilité

---

(1) Dans ma dernière Note (séance du 6 juillet dernier), on a imprimé que mon galvano-

relative du bois devait être principalement attribuée à l'humidité plus ou moins grande dont il est toujours plus ou moins imprégné, et qu'en conséquence les différentes espèces de bois doivent avoir leur pouvoir conducteur en rapport avec leur qualité plus ou moins hygrométrique. Avant d'étudier ces pouvoirs conducteurs dans les différents bois, j'ai voulu m'assurer dans quelles proportions une même espèce ligneuse peut absorber l'humidité de l'air aux différentes heures du jour, et j'ai disposé un morceau de bois de chêne de manière à constituer une sorte d'hygromètre, en observant parallèlement la marche de l'hygromètre à cheveu, le thermomètre et l'état du ciel.

» Le morceau de chêne, qui était un petit prisme de 10 centimètres de longueur sur 2 centimètres de largeur et d'épaisseur, était relié au circuit du galvanomètre et de la pile par des fils recouverts de gutta-percha et quatre lames de platine serrées fortement à ses extrémités au moyen de pinces, et le tout était suspendu par l'intermédiaire de deux crochets en gutta-percha à un cordeau de même matière, tendu en avant de la fenêtre de mon cabinet d'expériences. A midi le système recevait les rayons du Soleil, et leur action pouvait se faire sentir jusqu'au coucher de cet astre. De cette manière, les alternatives d'humidité et de sécheresse correspondant à la nuit et au jour étaient plus tranchées. Or voici le résumé d'expériences faites de trois en trois heures pendant cinq jours consécutifs.

Moyenne des cinq jours d'expériences.

	Conductibilité du bois.	Hygromètre.	Thermomètre.
6 heures du matin	16°,9	45°,9	18°,4
9 heures du matin	15,0	36,7	21,1
Midi	12,1	24,9	24,2
3 heures du soir	9,9	21,2	25,3
6 heures du soir	7,5	28,9	22,5
9 heures du soir	8,6	42,4	19,6
Minuit	10,8	48,9	17,4
3 heures du matin	13,9	50,0	16,2

» Par un jour parfaitement serein, ces valeurs ont été, en vingt-quatre heures :

---

mètre avait 3600 tours; c'est une erreur : un galvanomètre de ce genre ne fournirait aucune déviation. Dans les expériences dont je parle, mon galvanomètre, construit avec le plus grand soin par M. Ruhmkorff, a 36000 tours de spires et une résistance de 733 kilomètres de fil télégraphique.

	Conductibilité du bois.	Hygromètre.	Thermomètre.
	o	o	o
6 heures du soir........	9,0	34,0	22,0
9 heures du soir........	11,0	49,0	18,0
Minuit..................	15,0	51,5	17,5
3 heures du matin	18,0	50,0	16,2
6 heures du matin.......	22,0	51,5	16,0
9 heures du matin.......	19,0	32,0	22,5
Midi....................	13,5	19,0	25,0
3 heures du soir........	14,0	17,5	26,0

» On voit, d'après ces tableaux, que la conductibilité du bois subit toutes les variations qui affectent l'hygromètre, mais que ces variations sont beaucoup plus lentes dans un cas que dans l'autre, puisque les maxima et les minima de la conductibilité se produisent longtemps après ceux qui correspondent à l'humidité de l'air. Ainsi c'est vers 6 heures du matin que la conductibilité du bois est la plus grande, et vers 6 heures du soir qu'elle atteint sa valeur minima, tandis que les maxima et minima hygrométriques se montrent vers minuit ou 3 heures du matin et 3 heures du soir. Cet effet se comprend d'ailleurs facilement si l'on réfléchit que l'humidité de la nuit, en pénétrant le bois de plus en plus, emmagasine une plus grande quantité d'eau qui, non-seulement augmente sa conductibilité, mais encore la conserve plus longtemps, c'est-à-dire jusqu'à ce que le desséchement, dû à la présence du Soleil sur l'horizon, empêche cette marche ascendante. Il en est de même de l'action du Soleil, qui naturellement exerce son effet desséchant jusqu'au moment où la tombée du serein a suffisamment pénétré les pores du bois pour combattre efficacement ce desséchement.

» La température exerce aussi une action particulière en dehors du desséchement qu'elle tend à provoquer; car elle augmente la conductibilité du liquide absorbé, et il en résulte que, s'il existe une faible différence entre les desséchements produits lorsqu'elle passe d'un degré à un degré supérieur, elle peut donner lieu à une augmentation de la déviation galvanométrique au lieu de provoquer un affaiblissement. C'est précisément ce qui a eu lieu lors des expériences qui ont fourni les résultats du deuxième tableau. Ainsi la température étant à midi 25 degrés, et à 3 heures 26 degrés, l'intensité du courant transmis était à midi 13°,5 et à 3 heures 14 degrés. Toutefois ce cas se présente rarement avec les températures dans lesquelles l'humidité suit sa marche normale. Quand la pluie intervient, le même effet se produit, mais il doit être attribué à l'augmentation de l'humidité de l'air, augmentation dont les effets ne se font sentir que quelque temps après que l'hygromètre les a constatés.

» De tout cela il résulte que les bois, même les plus secs en apparence, subissent les effets des variations de l'humidité de l'air, et que c'est un peu après le lever du Soleil et un peu avant son coucher qu'ils atteignent leur maximum et leur minimum d'humidité, du moins ceux qui sont susceptibles d'absorber promptement cette humidité. Ceux qui ont les pores très-serrés ne se comportent pas toujours de la même manière.

» Dans ces expériences, comme du reste dans celles dont il me reste à parler, j'ai dû, quand l'aiguille du galvanomètre restait à zéro, surexciter l'action électrique en touchant du doigt la borne d'attache en rapport avec celui des bouts du fil galvanométrique communiquant à la lame de bois. De cette manière le courant de la pile se dérivait par mon corps à la terre et, en raison de l'isolement toujours incomplet de la pile, il se produisait un léger courant capable de mettre directement l'aiguille du galvanomètre en action. Quand, après plusieurs oscillations, la déviation se maintenait à un degré inférieur à 8 degrés, je la regardais comme résultant du courant traversant le bois, courant qui, ainsi que je l'ai indiqué dans ma précédente Note, n'a pas une force suffisante pour déterminer le mouvement de l'aiguille. Comme il peut arriver quelquefois que l'aiguille astatique ne reprenne pas exactement sa position normale, j'avais soin, avant d'inscrire mon expérience, de couper le circuit et d'examiner si l'aiguille revenait à zéro après cette coupure.

» Les expériences que j'ai faites avec les différentes espèces de bois ont été répétées quatre fois, d'abord au moment où le menuisier m'a livré les bois; en second lieu, après les avoir fait passer à l'étuve pendant deux heures; enfin après les avoir introduits d'abord deux heures, puis ensuite cinq heures dans une caisse humide entre deux planchers constitués par des linges mouillés. Le tableau suivant indique les résultats obtenus. L'humidité de l'air ambiant dans la caisse était représentée, au bout d'un quart d'heure d'immersion de l'hygromètre à cheveu, par 42 degrés.

Bois.	Après 2 h. de séjour dans la caisse humide.	Après 2 h. de séjour dans l'étuve.	Au moment de la remise par le menuisier.	Après 5 h. de séjour dans la caisse humide.	Après un nouveau passage de 2 h. dans l'étuve et 15 h de séjour dans la caisse humide.
Ébénier noir (Diopyros ebenum).	75°	0	86°	80°	14°
Ébénier faux (Cytise des Alpes)..	10	0	79	16	8
Calcedra........	23	0	71	37,5	14
Buis commun....	22	5° puis 0	76	35	17
Acacia.........	14	0	55	18,5	10

Bois.	Après 2 h. de séjour dans la caisse humide.	Après 2 h. de séjour dans l'étuve.	Au moment de la remise par le menuisier.	Après 5 h. de séjour dans la caisse humide.	Après un nouveau passage de 2 h. dans l'étuve et 15 h. de séjour dans la caisse humide.
Peuplier	27	0	85	44	17
Saule	10	5° puis 0	50	21	15
Tilleul	10	0	87	24	43
Châtaignier	9	5° puis 0	85	12,5	48
Sapin rouge	12	0	62	20	18
Noyer	9	4° puis 0	45	12	15
Sapin blanc	8	5° puis 0	32	11	25
Orme	9	0	48	13	35
If	8	4° puis 0	46	9	10
Hêtre	7,5	0	38	10,5	30
Platane	6	5° puis 0	56	10	11
Cèdre de Virginie	6	5° puis 0	51	7	9
Chêne vert	5	60° puis 0	90	7	17
Pommier	3	4° puis 0	86	3	10
Chêne ordinaire	3	5° puis 0	32	3	9

» Il aurait été difficile, d'après les premières expériences relatées dans les quatre premières colonnes du tableau précédent, de décider *à priori* si les différences considérables que l'on observe entre les conductibilités des différentes espèces de bois proviennent uniquement d'une qualité plus ou moins hygrométrique qui leur appartiendrait, ou simplement d'une certaine quantité d'humidité concentrée à l'intérieur du bois qui aurait échappé à l'action de l'étuve et qui aurait pu accuser sa présence après un certain temps. Ce qui est certain, c'est qu'après avoir fait subir aux échantillons de bois en question un nouveau desséchement de deux heures et demie dans l'étuve, je n'ai pu constater aucune déviation galvanométrique au bout de deux heures de séjour dans la caisse humide dont j'ai déjà parlé, et ce n'est qu'après quinze heures de ce séjour que j'ai pu obtenir les résultats qui figurent à la cinquième colonne du tableau précédent, et qui doivent, cette fois, être rapportés à une véritable absorption. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Note sur les indications fournies par les thermomètres conjugués dans le vide;* par M. **Marié-Davy.**

« M. de Gasparin a fait de grands efforts pour démontrer que les données actinométriques forment un des éléments principaux des divers climats au point de vue agricole. Le grand travail de Pouillet avait montré, d'autre part, tout le parti que l'on peut tirer de ces données pour

la physique de l'atmosphère : aussi les observations actinométriques sont-elles déjà très-nombreuses. Malheureusement la diversité des méthodes et des appareils employés à ces observations rend leur coordination difficile.

» L'Observatoire de Montsouris a considéré comme une partie essentielle de sa tâche de comparer ces méthodes, dans le but de rechercher la meilleure ou tout au moins de relier entre eux des résultats qui semblent disparates.

» Nous avons commencé notre étude par l'actinomètre qui nous a paru le plus simple, et dont la généralisation nous a semblé le plus probable. C'est celui dont nous avons trouvé les débris dans les collections de l'Observatoire de Paris, et qui portait le nom du constructeur Bunten, 1846. Il se compose de deux thermomètres à mercure, de dimensions semblables, à réservoir sphérique, l'un nu, l'autre recouvert de noir de fumée, et renfermés chacun dans un tube de verre dans lequel on a fait le vide. Ce tube de verre est lui-même soufflé à l'une de ses extrémités en une boule au centre de laquelle est placé le centre du réservoir thermométrique.

» Ces deux thermomètres sont installés côte à côte en plein air, sans abri, exposés à toutes les intempéries et sont régulièrement observés sept fois par jour. Ils marchent d'accord pendant la nuit; mais dès que le jour s'élève, par les temps couverts ou pluvieux comme par les temps clairs, le thermomètre noirci prend l'avance et l'on note à chaque observation l'excès de sa température sur celle du thermomètre nu. C'est, en somme, le photomètre de Leslie modifié; mais si ce photomètre a pu être condamné par Arago en tant qu'appareil destiné à comparer des lumières d'origines diverses, les objections soulevées contre lui perdent leur valeur quand il s'agit de la lumière du jour. Cependant les résultats fournis par cet instrument changent avec le diamètre des boules; il a donc fallu rechercher s'ils peuvent être liés par une formule, et si de cette formule on peut tirer un moyen de les rendre comparables d'un lieu à un autre.

» Nous possédons deux années complètes d'observations trihoraires faites avec les thermomètres conjugués. En prenant parmi elles celles qui correspondent à un ciel pur et leur appliquant la formule de Bouguer, on arrive à un accord, aussi grand qu'on puisse l'attendre d'observations dépendant de la transparence sans cesse variable de l'atmosphère.

» Pour nos appareils, la formule de Bouguer devient

$$T' - t = 17^\circ \times 0,875^{\varepsilon},$$

dans laquelle ε est l'épaisseur de la couche atmosphérique traversée par les

rayons solaires (1). Voici le tableau comparatif des résultats calculés et observés.

Dates.	Valeurs de T′ — t observées.	Valeurs de T′ — t calculées.	Écarts.	Valeurs de ε.	État du ciel.
1873, 27 janvier....	12°,2	12°,2	0,0	2,496	ciel clair.
25 mars......	14,0	14,0	0,0	1,455	»
22 juin.....	14,5	14,7	— 0,2	1,106	»
20 juillet.....	14,5	14,6	— 0,1	1,134	»
25 »	14,6	14,6	0,0	1,145	»
31 »	14,5	14,6	— 0,1	1,161	»
5 août......	14,4	14,5	— 0,1	1,177	»
15 »	14,4	14,4	0,0	1,216	»
24 septembre.	13,7	13,8	— 0,1	1,524	»
30 décembre.	10,7	11,3	— 0,6	3,064	»
1874, 6 février....	12,3	12,6	— 0,3	2,256	»
11 mars.....	13,4	13,7	— 0,3	1,627	»
21 avril.....	14,7	14,4	+ 0,3	1,247	»
23 »	14,4	14,4	0,0	1,237	»
27 »	14,6	14,4	+ 0,2	1,217	»
21 mai......	14,9	14,6	+ 0,3	1,138	»
5 juin.....	14,3	14,7	— 0,4	1,114	»
11 »	14,3	14,6	— 0,3	1,109	»

» L'accord n'est pas toujours aussi satisfaisant. Quand plusieurs jours de beau temps se succèdent, l'écart, nul ou très-faible au début, va souvent en croissant jusqu'à dépasser 1 ou 2 degrés; en même temps le ciel blanchit, puis les nuages apparaissent, et le degré actinométrique, qui était descendu au-dessous du résultat calculé, s'élève, au contraire, graduellement au-dessus et peut le dépasser de plus de 2 degrés, non parce que le ciel est plus pur, mais parce que les nuages diffusent les rayons qu'ils interceptent.

» Notre constante solaire 17°,0 exprime la différence des températures que marqueraient les thermomètres conjugués s'ils étaient placés au delà des limites de l'atmosphère. L'action solaire étant invariable dans ces conditions, la constante ne peut changer que du fait de l'instrument : de là un moyen simple de correction. En multipliant toutes nos valeurs de $T' - t$ par $\frac{100}{17}$, notre constante solaire devient égale à 100, et si tous les

(1) L'épaisseur ε est calculée au moyen de la formule de Lambert,

$$\varepsilon = \sqrt{2rh + h^2 + r^2\cos^2 z} - r\cos z,$$

dans laquelle, la hauteur h de l'atmosphère étant prise pour unité, le rayon terrestre r est pris égal à 80, et dans laquelle aussi z est la distance zénithale.

observateurs opèrent de même, les inégalités instrumentales disparaissent. Cette correction, toutefois, ne doit porter que sur des instruments de même nature. En l'appliquant au pyrhéliomètre de Pouillet, on arrive à des nombres qui ne sont en moyenne que les 0,84 de ceux que fournit l'actinomètre à thermomètres conjugués. C'est que le pyrhéliomètre reçoit et absorbe tous les rayons solaires obscurs et lumineux, tandis que les thermomètres conjugués sont moins sensibles aux rayons obscurs, qui traversent difficilement le verre. Ces derniers rayons étant absorbés par l'atmosphère en plus forte proportion que les autres, si l'on part d'une égale constante solaire, la proportion de rayons transmis reçus par le pyrhéliomètre sera moindre que celle des rayons reçus par l'actinomètre.

» Le facteur 0,875 représente le degré de transparence de l'air ou son coefficient de transmission pour les rayons solaires. Par la raison indiquée plus haut, ce coefficient est plus élevé que celui auquel on est conduit par le pyrhéliomètre. Le coefficient trouvé par Pouillet a varié de 0,72 à 0,79 par un ciel clair.

» Dans le calcul des nombres compris dans le tableau précédent, le coefficient 0,875 est resté constant. Il suffirait de le faire varier dans d'étroites limites pour annuler tous les écarts. En réalité, le coefficient de transmission varie sans cesse avec l'état de l'atmosphère.

» L'actinomètre à thermomètres conjugués a moins pour objet d'étudier les variations de transparence de l'air sous l'action des changements de son état hygrométrique que d'évaluer la somme des rayons solaires directs ou diffusés qui tombent en un point du sol. Sous le premier point de vue, il est d'autres actinomètres, la pile thermo-électrique entre autres, qui lui sont préférables. Sous le second point de vue, qui intéresse particulièrement l'agriculture, il n'en est aucun, croyons-nous, qui puisse lui être opposé avec avantage : aussi commence-t-il à être adopté dans plusieurs observatoires en France et à l'étranger.

» Le tableau suivant contient mois par mois : 1° les valeurs moyennes des degrés actinométriques déduits de la formule de Bouguer, pour 6 et 9 heures du matin, midi, 3 et 6 heures du soir; 2° les moyennes des degrés observés aux mêmes heures et par tous les temps dans les années 1872-1874; 3° les rapports entre l'observation et le calcul. Les calculs ont été faits par l'aide-physicien M. Descroix. On voit par ce tableau combien, jusqu'à ce jour, l'année 1874 diffère, par le degré actinométrique, de l'année 1873, dont elle s'écarte très-peu, au contraire, pour la température moyenne. C'est surtout à une plus grande somme de lumière qu'est

dû l'état avancé et prospère des céréales de cette année. La sécheresse est par elle-même une cause de gêne et non de profit pour la végétation; seulement dans notre pays la sécheresse est trop souvent la condition d'un degré actinométrique élevé.

Degrés actinométriques moyens

Mois.	déduits de la formule.	observés en 1872	observés en 1873	observés en 1874	Rapports en 1872	Rapports en 1873	Rapports en 1874
	°	°	°	°			
Janvier......	5,8	»	2,4	2,2	»	0,41	0,37
Février....	7,0	»	2,1	3,0	»	0,30	0,42
Mars.......	7,8	»	4,4	4,8	»	0,56	0,62
Avril.......	11,3	»	5,2	6,5	»	0,46	0,58
Mai.......	12,6	»	7,6	7,9	»	0,60	0,63
Juin......	13,0	»	7,9	8,9	»	0,61	0,68
Juillet......	12,8	8,1	9,3	»	0,63	0,73	»
Août......	11,9	6,8	7,6	»	0,57	0,63	»
Septembre...	9,8	5,4	5,3	»	0,55	0,54	»
Octobre....	7,3	3,0	3,3	»	0,41	0,45	»
Novembre..	6,4	1,5	2,4	»	0,24	0,39	»
Décembre ...	5,4	1,8	1,5	»	0,33	0,28	»

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Recherche qualitative de l'arsenic dans les substances organiques et inorganiques.* Note de MM. **Mayençon** et **Bergeret**, présentée par M. Ch. Robin.

« L'arsenic est le corps qui a peut-être été le plus étudié; c'est certainement celui sur lequel on a le plus écrit.

» De tous les procédés indiqués pour révéler sa présence, lorsqu'il se trouve en petite quantité dans un liquide, l'appareil de Marsh, perfectionné par une Commission de l'Académie des Sciences (1), est resté le plus sensible. On connaît le principe de cet appareil et les précautions nombreuses dont il faut s'entourer pour en retirer des indications certaines, surtout lorsque l'antimoine se trouve mêlé à l'arsenic dans une même solution.

» *Description du nouveau procédé.* — Le procédé que nous avons l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie peut, nous le croyons, remplacer l'appareil de Marsh dans un grand nombre de cas. Il se fonde sur une réaction de l'hydrogène arsénié, sur le bichlorure de mercure, dont l'explication a été donnée par H. Rose :

$$6\,HgCl + AsH^3 = 3\,Hg^2Cl + As + 3\,HCl.$$

(1) MM. Thenard, Dumas, Boussingault, Regnault.

» *Différence des réactions de l'hydrogène arsénié et de l'hydrogène antimonié.* — Si l'on humecte un morceau de papier de soie avec une solution de bichlorure de mercure et qu'on l'expose, humide, à la vapeur d'hydrogène arsénié, il se produit d'abord une tache *jaune citron* qui se fonce ensuite jusqu'au *jaune brun pâle.*

» Sur du papier préparé de la même façon l'hydrogène antimonié donne naissance à une tache *brun gris.*

» Ces deux réactions sont très-tranchées; on ne saurait les confondre l'une avec l'autre.

» *Application du procédé.* — Pour appliquer notre procédé, nous introduisons du zinc pur dans un petit flacon renfermant de l'eau distillée additionnée d'acide sulfurique pur et nous en fermons incomplétement le goulot avec un tampon de coton cardé, afin d'éviter que des gouttelettes de la liqueur ne soient projetées hors du flacon; nous obtenons ainsi un dégagement d'hydrogène exempt d'arsenic et sans action sur le papier imbibé de la solution hydrargyrique. Nous plongeons ensuite dans le flacon une baguette de verre trempée dans une solution d'arséniate de potasse, ou dans tout autre composé soluble d'arsenic ne renfermant pas d'acide azotique. Nous exposons le papier réactif humide aux vapeurs qui s'en dégagent : une tache *jaune citron* apparaît d'autant plus promptement que le dégagement gazeux est plus rapide et le composé arsénical plus abondant.

» *Sensibilité.* — L'expérience suivante peut donner une idée approximative du degré de sensibilité de ce procédé. Dans un flacon contenant 60 centimètres cubes d'eau et d'acide sulfurique purs, avec un peu de zinc exempt d'arsenic, nous avons ajouté $\frac{1}{10}$ de centimètre cube d'une liqueur titrée renfermant 5 grammes par litre d'arséniate pur de potasse. Le dégagement gazeux était lent; néanmoins en cinq minutes la tache *jaune citron* caractéristique de l'arsenic est apparue très-nettement.

» La richesse de la liqueur en arséniate s'exprime par :

$$\frac{1}{10} \times \frac{5}{1000} \times \frac{1}{60} = \frac{1}{120\,000}.$$

» Dans une autre liqueur où il y avait $\frac{1}{70\,000}$ d'arséniate de potasse, *une minute* a suffi pour produire la réaction caractéristique.

» Par ce procédé on parvient promptement et aisément à révéler la présence de l'arsenic dans un grand nombre de produits naturels pharmaceutiques et de réactifs réputés purs.

» *Absorption.* — Depuis le mois de janvier, plus de la moitié de nos malades de l'Hôtel-Dieu ont été atteints d'affections aiguës et chroniques de la poitrine. Les maladies aiguës ont été traitées par les préparations stibiées; les chroniques, par les préparations arsénicales.

» Que nos malades prissent de l'arsenic ou de l'antimoine, leur urine, recueillie le matin à jeun, a toujours été analysée par le procédé que nous venons de décrire.

» Lorsqu'il s'agit de l'arsenic, la tache *jaune citron* apparaît toujours promptement, même avec les doses les plus faibles; mais il n'en est plus de même lorsque ce sont les composés d'antimoine qui sont donnés comme médicaments.

» Avec l'émétique, le papier réactif n'est que très-rarement impressionné; la tache *gris brun* n'apparaît très-faiblement que lorsque le médicament produit des vomissements.

» Avec le kermès, le papier *décèle constamment la présence de l'arsenic et très-rarement celle de l'antimoine*, le kermès étant arsénical comme on sait.

» Nous ne nous arrêterons pas ici sur ces faits, qui feront le sujet d'un Mémoire spécial que nous publierons dans un journal de Médecine; nous dirons simplement que *l'arsenic est rapidement absorbé et qu'il passe immédiatement dans l'urine.*

» *Élimination.* — L'élimination complète de l'arsenic dure assez longtemps, comme l'observation suivante va le démontrer :

« Un tuberculeux ayant des cavernes énormes aux deux sommets est soumis au traitement arsénical. On débute par deux pilules d'acide arsénieux, de 1 centigramme chacune; on augmente d'une pilule semblable tous les cinq jours. On reste à 6 centigrammes pendant quinze jours.

» Le 18 avril, il y a quelques nausées; on suspend complétement le traitement.

» Tous les jours suivants on recueille l'urine rendue le matin à jeun pour rechercher l'arsenic. Les premiers jours, la quantité du métalloïde reste sensiblement la même, puis elle diminue.

» Le 10 mai, il a fallu laisser le papier réactif pendant une heure et demie au goulot du flacon pour obtenir une tache jaune à peine sensible.

» Ainsi chez ce malade, qu'on peut regarder comme ayant été saturé d'arsenic, l'élimination spontanée a duré vingt-deux jours.

» *Action des eaux sulfureuses sur l'élimination de l'arsenic.* — Le 11 mai, nous donnons à jeun à ce malade un verre d'eau d'Eaux-Bonnes et, deux heures après, nous recueillons l'urine :

Résultat....................	Arsenic très-sensible.
Le 12, eau d'Eaux-Bonnes.....	Arsenic abondant.
Le 13, id...........	Arsenic douteux.

» Nous administrons alors 50 centigrammes d'iodure de potassium. L'arsenic ne se montre pas dans l'urine.

» Ainsi, lorsque l'arsenic est en trop petite quantité dans l'urine, pour qu'on le décèle et qu'il en reste encore dans l'organisme, les eaux sulfureuses semblent en hâter l'expulsion. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de la chaleur sur les carbures isomères de l'anthracène et leurs hydrures.* Note de M. **Ph. Barbier**, présentée par M. Berthelot.

I. — Action de la chaleur sur les ditolyles.

» Les ditolyles, solide et liquide, s'obtiennent par le sodium et le toluène bromé préparé à froid. On peut les représenter par

$$C^2H^2,\ C^{12}H^4[C^{12}H^4,\ C^2H^4] = C^{28}H^{14}.$$

» *Ditolyle solide.* — Ce carbure cristallisé, introduit dans des tubes et chauffé vers 500 degrés pendant un quart d'heure, résiste complétement. Si l'on chauffe plus longtemps, il finit par se détruire intégralement, en donnant naissance à des matières polymériques et charbonneuses. Il ne se forme ni anthracène ni phénanthrène.

» *Ditolyle liquide.* — Le ditolyle liquide, purifié autant que possible de son isomère solide, bout de 280 à 285 degrés.

» Ce carbure ne jouit pas de la stabilité de son isomère solide. En effet, chauffé au rouge sombre en tube scellé pendant cinq minutes, il se dédouble très-nettement en toluène, anthracène et phénanthrène. L'anthracène et le toluène, produits principaux, répondent à l'équation

$$2\,C^{28}H^{14} = C^{28}H^{10} + 2\,C^{14}H^8 + H^2.$$

» L'anthracène forme le produit principal de cette réaction, le phénanthrène s'y trouvant en quantité peu considérable, ce qui me fait penser qu'il répond peut-être à un isomère du ditolyle liquide, mélangé.

II. — Sur le phosène.

» En étudiant le mélange des deux carbures tel qu'il s'obtient par l'action de la chaleur, sur le ditolyle liquide, j'ai fait quelques observations qui ne sont pas sans intérêt pour l'analyse des corps pyrogénés. En effet, ce mélange traité par le réactif de Fritzsche donne les lamelles brunes signalées par ce savant comme caractéristiques d'un carbure isomère de

l'anthracène, le phosène. Mais après la séparation complète de l'anthracène et du phénanthrène on n'observe plus ni avec l'un ni avec l'autre pris isolément ces lamelles brunes, chacun des deux carbures fournissant un composé distinct, savoir, des lamelles violacées avec l'anthracène et des lamelles jaune clair avec le phénanthrène. J'ai donc pensé que les lamelles brunes observées avec le mélange n'étaient qu'une combinaison double d'anthracène et de phénanthrène simultanément avec le réactif anthracénonitré. Je m'en suis assuré en effet par la synthèse. Pour pousser plus loin la vérification, j'ai, par des cristallisations répétées du mélange fournissant la combinaison brune, séparé de nouveau celui-ci en ses deux composants, anthracène et phénanthrène, présentant chacun sa combinaison spéciale. Il suit de là que le phosène de M. Fritzsche n'est qu'un mélange d'anthracène et de phénanthrène, et que les lamelles brunes peuvent être employées pour signaler un mélange des deux carbures.

III. — Action de la chaleur sur l'éthylène et le diphényle mélangés.

» Il résulte des recherches de MM. Graebe et Fittig que le phénanthrène peut être envisagé comme du diphényle, $C^{24}H^{10}$, dans lequel H^2 est remplacé par de l'acétylène C^4H^2

$$C^{24}H^{10} + C^4H^2 = C^{24}H^8, C^4H^2 + H^2.$$

» En conséquence, j'ai fait passer dans un tube de porcelaine chauffé au rouge vif un mélange de vapeur d'éthylène et de diphényle. Le produit de la réaction, soumis à la distillation fractionnée, donna : de la benzine, du styrolène, de la naphtaline, mêlée à du diphényle inaltéré, enfin un carbure solide, constitué par un mélange de phénanthrène et d'anthracène.

» M. Berthelot, qui, le premier, a réalisé cette expérience, a trouvé parmi les produits de la réaction tous les carbures cités plus haut, sauf le phénanthrène inconnu à cette époque.

» Cette réaction ou le phénanthrène se forme en quantité plus considérable que l'anthracène, constitue une véritable synthèse du phénanthrène. L'équation suivante rend compte de sa formation

$$C^{24}H^{10} + C^4H^4 = C^{24}H^8, C^4H^2 + 2H^2,$$

conformément à la théorie des déplacements réciproques des carbures les uns par les autres, sous l'influence de la chaleur rouge que M. Berthelot a énoncée il y a quelques années.

IV. — Sur les hydrures de phénanthrène.

» Dans le but d'étudier l'action de la chaleur sur l'hydrure de phénanthrène $C^{28}H^{14}$, signalé récemment par M. Graebe, j'ai reproduit, dans des conditions absolument identiques, les expériences d'hydrogénation décrites par cet habile chimiste. Je n'ai rien obtenu en opérant la réaction entre 210 et 240 degrés; mais en opérant vers 260 degrés j'ai observé la formation d'un produit liquide; ce produit donne à la distillation un carbure bouillant de 260 à 270 degrés. Ce dernier corps a été séparé par le refroidissement en partie liquide et en partie solide. La portion liquide fut traitée à froid par l'acide nitrique fumant pour séparer les carbures benzéniques et leurs dérivés; la plus grande partie resta inattaquée, même après l'agitation suivie d'un contact prolongé. Après le traitement à l'acide nitrique, le produit fut débarrassé par l'acide chlorhydrique et l'étain des composés nitrés et desséché. Ce corps bout alors vers 250 degrés. Il se présente sous forme d'un liquide huileux, doué de l'odeur caractéristique des pétroles; soumis à l'analyse, il a donné $C = 84,3$; $H = 15,2$.

» Le carbure saturé $C^{28}H^{30}$ de même condensation en carbone que le phénanthrène exige $C = 84,8$; $H = 15,2$.

» D'après cela, il me paraît que l'hydrure liquide $C^{28}H^{14}$ décrit par M. Graebe n'est qu'un mélange du carbure saturé $C^{28}H^{30}$ avec du phénanthrène et des hydrures intermédiaires. Il est probable qu'il en est de même des hydrures de toluène, de xylène, etc., signalés il y a quelques années; ces hydrures ayant été analysés à l'état brut, sans avoir subi un traitement nitrique qui les aurait sans doute séparés en carbures saturés de la série forménique et en carbures benzéniques normaux.

» Ne pouvant opérer sur un hydrure défini du phénanthrène, j'ai soumis à l'action de la chaleur la partie solide, séparée par le refroidissement, dans le produit brut de l'hydrogénation. Après un chauffage de cinq minutes au rouge sombre, le produit extrait des tubes et distillé donna de la *benzine*, du *diphényle* et un peu de phénanthrène.

» La réaction produite dans ce cas est inverse de la synthèse du phénanthrène. En effet

$$C^{24}H^{8}, C^{4}H^{2} + H^{2} = C^{24}H^{10} + C^{4}H^{2}.$$

» Seulement l'acétylène qui prend naissance, subissant l'action prolongée de la chaleur, se transforme en benzine.

V. — Formations simultanées d'anthracène et de phénanthrène.

» L'action de la chaleur sur le ditolyle liquide, aussi bien que sur un mélange d'éthylène et de diphényle, donne, comme je l'ai montré plus haut, naissance à un mélange de phénanthrène et d'anthracène. Ce ne sont pas les seuls cas de production simultanée de ces deux carbures isomères.

» M. Berthelot, ayant eu l'obligeance de mettre à ma disposition les produits qui ont servi à son travail sur les carbures pyrogénés, j'ai pu constater la présence du phénanthrène à côté de l'anthracène :

» 1° Dans la *réaction du styrolène sur la benzine*, à l'aide de laquelle M. Berthelot a réalisé la synthèse de l'anthracène ;

» 2° Dans la *réaction de l'éthylène sur la benzine*; la quantité de phénanthrène a été suffisante pour que j'aie pu en faire les dérivés principaux, tels que phénanthraquinone, picrate, etc.

» J'ajouterai que l'anthracène provenant de l'action de l'eau sur le chlorure de benzyle et celui que l'on obtient par réduction de l'alizarine fournit également la combinaison en lamelles brunes, ce qui indique un mélange d'anthracène et de phénanthrène.

VI. — Action de la chaleur sur le benzyltoluène.

» Le benzyltoluène est un carbure liquide bouillant de 275 à 280 degrés, préparé par M. Zincke : je le représente par

$$C^2H^2, C^{12}H^4[C^2H^2.C^{12}H^6] = C^{28}H^{14},$$

formule dans laquelle les deux restes benzéniques sont séparés par un reste forménique; tandis que les deux restes benzéniques sont juxtaposés dans le ditolyle, et les deux restes forméniques dans le dibenzyle.

» Chauffé au rouge sombre et dans des tubes, le benzyltoluène se transforme, dans un temps très-court et sans *dépôt de charbon*, en toluène et anthracène

$$2C^{28}H^{14} = C^{28}H^{10} + 2C^{14}H^8 + H^2.$$

» L'anthracène, $C^{28}H^{10}$, qui prend naissance, donne cependant avec le réactif de Fritzsche les lamelles brunes qui sont, comme je l'ai dit plus haut, caractéristiques du mélange de phénanthrène et d'anthracène. Mais je n'ai pas pu isoler le phénanthrène, la quantité étant trop faible.

» C'est M. Van Dorp qui, le premier, a effectué la transformation du benzyltoluène en anthracène en en faisant passer les vapeurs dans un tube

chauffé au rouge, sans toutefois indiquer la formation du toluène. J'ai vérifié le fait, en opérant dans des conditions plus ménagées.

» Pour résumer mes expériences en ce qui touche la génération des trois carbures isomères, anthracène, phénanthrène, tolane :

» 1° Ces trois carbures peuvent être formés avec le toluène;

» 2° Je n'ai réussi par aucune voie à les changer *directement* les uns dans les autres;

» 3° Les trois hydrures isomériques fournissent : le benzyle, du tolane par voie humide, du phénanthrène par voie sèche; le tolyle liquide, de l'anthracène avec une proportion notable de phénanthrène; le benzyltoluène, de l'anthracène avec une trace de phénanthrène. »

PHYSIOLOGIE. — *Nouvelles expériences sur la locomotion humaine.* Note de M. Marey.

« Les frères Weber ont cru que, dans la marche humaine, l'oscillation de la jambe qui se déplace n'était due qu'à l'action de la pesanteur; c'était admettre que le pied exécute un mouvement pendulaire.

» Longtemps cette opinion a régné en Physiologie, mais elle fut combattue dans ces dernières années avec des arguments de différentes natures. Ce fut d'abord M. Duchenne (de Boulogne), qui montra que la jambe n'est pas entièrement passive dans son déplacement, car certaines paralysies musculaires empêchent son oscillation de se produire; M. Giraud-Teulon s'est attaqué à la théorie de Weber en montrant les erreurs mathématiques sur lesquelles elle s'appuie; enfin M. Carlet a déterminé par des expériences le rôle actif de certains muscles dans le déplacement de la jambe pendant la marche.

» Si la pesanteur n'agit pas seule dans l'oscillation de la jambe, il devient impossible de prévoir quel mouvement résultera de sa combinaison avec l'action des muscles. J'ai demandé à la méthode graphique la solution expérimentale de cette question.

» Lorsqu'un corps se meut, suivant une droite, avec des vitesses variables à chaque instant, il est facile d'inscrire la nature de son mouvement, pourvu que l'espace parcouru ne soit pas trop considérable. Il suffit de relier ce corps, au moyen d'un fil rigide, avec le style écrivant qui frotte sur un cylindre tournant recouvert de papier enfumé. Le style entraîné, parallèlement à l'axe du cylindre, avec des vitesses variables, donnera des courbes sinueuses dont chaque élément indiquera par son inclinaison la vitesse du mouvement qui l'a produit.

» Mais les mouvements de la marche humaine sont trop étendus pour qu'on puisse les inscrire avec leur grandeur réelle ; j'ai recouru, pour les réduire sans altérer leurs caractères, à l'emploi d'un rouage de compteur. Dans cet appareil, chacun des mobiles engrenant avec un autre mobile dont les dents sont dix fois plus nombreuses, il s'ensuit que le mouvement communiqué au premier axe sera reproduit par le deuxième avec réduction au $\frac{1}{10}$; le troisième axe réduira ce mouvement au $\frac{1}{100}$, le quatrième au $\frac{1}{1000}$, etc.

» Si l'on attache à son pied un fil qui s'enroule sur une poulie portée par le premier axe du compteur et que, sur le troisième axe, on place une autre poulie dont le fil actionne le style écrivant, on obtiendra des tracés dans lesquels l'espace parcouru par le pied sera réduit au *centième* de son étendue réelle.

Fig. 1.



» La *fig.* 1 montre cinq tracés recueillis avec des allures d'inégales vitesses : A correspond à la marche la plus lente; B, à la marche ordinaire ; C, à la course rapide ; les autres courbes sont obtenues avec des courses de moindre vitesse.

» Dans ces courbes, les abscisses correspondent aux temps, les ordonnées aux espaces parcourus. Un chronographe CH inscrivant le $\frac{1}{10}$ de seconde permet de mesurer la durée absolue de chacun des éléments de la courbe, tandis que les espaces parcourus, réduits au $\frac{1}{100}$ par l'instrument lui-même, donnent 1 centimètre de tracé pour 1 mètre de chemin effectué,

» Tout ce qui est relatif au transport du pied dans la marche est exprimé sur cette figure.

» 1. *Vitesse de l'allure.* — Elle est exprimée par l'inclinaison générale de la courbe ou par le rapport qui existe entre les ordonnées et les abscisses. Comme les différents tracés rassemblés sur la figure correspondent

à un même espace ($3^m,50$) parcouru en des temps variables, c'est le rapport des temps employés pour le parcourir qui fera connaître la vitesse à diverses allures. Si l'on compte, à l'aide du chronographe, le temps écoulé entre l'origine de chaque courbe et son point d'arrivée projeté sur l'axe des x, on aura la mesure de ce temps. Ainsi, pour la marche lente de 1 en A, on compte treize secondes; pour la marche plus rapide de 2 en B, on en compte six et demie; enfin pour la course de 5 en C, deux secondes seulement.

» 2. *Alternatives du repos et du mouvement du pied.* — Il est clair que partout où les tracés montrent une ligne horizontale, ces temps correspondent à l'appui du pied sur le sol et à son immobilité, puisque l'espace parcouru est nul. La durée de ces appuis décroît, comme on le voit, à mesure que l'allure s'accélère. Le temps pendant lequel le pied se déplace est indiqué par une ligne oblique dont la projection sur les ordonnées croît d'autant plus que l'allure est plus rapide. Cela prouve que la longueur du pas augmente en raison de la vitesse de l'allure.

» On pourrait estimer avec précision le rapport de la vitesse à l'étendue du pas, les variations relatives de la durée des repos et des mouvements du pied, etc.; mais je ne saurais ici m'appesantir sur ces détails; le point essentiel à déterminer est le suivant.

3. *Nature du mouvement de translation du pied.* — Ce mouvement se traduit presque dans son entier par une ligne droite; il est donc uniforme pendant presque toute la durée; les inflexions de la ligne au commencement et à la fin annoncent que, dans les allures rapides surtout, le mouvement du pied commence et finit par de courtes périodes de vitesse variable. On voit combien il s'en faut que l'oscillation de la jambe soit analogue à celle d'un pendule.

» Mais il ne faudrait pas attribuer exclusivement à l'action des muscles de la jambe cette uniformité du transport du pied. On sait en effet que, dans ce transport, deux causes distinctes interviennent :

» 1° Le mouvement angulaire que la jambe exécute autour du bassin;

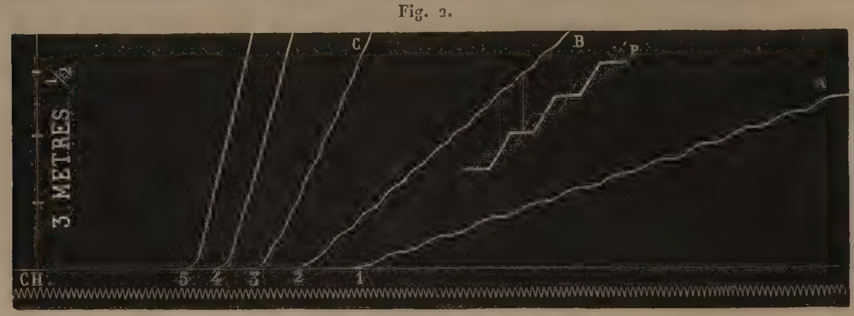
» 2° Le transport horizontal du bassin lui-même, c'est-à-dire du point de suspension de la jambe pendant qu'elle oscille.

» On conçoit que, par la combinaison de ces deux influences, le mouvement du pied tende à l'uniformité; cela arrivera si les minima de vitesse du premier genre de mouvement correspondent avec les maxima du second. Il devenait donc très-intéressant de déterminer quel est le mouvement de translation du tronc à diverses allures.

» L'appareil ci-dessus décrit m'a servi à cette détermination :

» Une corde attachée à la ceinture transmettait à l'enregistreur le mouvement de transport du tronc. En opérant successivement à différentes allures, on obtient la figure suivante, dont l'analyse donne des résultats assez intéressants.

Fig. 2.



» Les ondulations sont beaucoup plus fortes dans les cas où la marche est très-lente que dans ceux où elle est plus rapide. Ainsi le mouvement de translation du corps s'uniformise par l'effet de sa vitesse. C'est l'inverse de ce qui arrive pour les oscillations verticales du corps qui croissent en raison de la vitesse de la progression et avec la longueur du pas.

» Le nombre des saccades est double de celui des mouvements d'un seul pied dont la *fig.* 1 représentait les caractères. Cela se comprend aisément, puisque les deux pieds, répétant les mêmes actes, viennent tour à tour imprimer au corps une nouvelle impulsion.

» Pour faire comprendre cette action, on a tracé parallèlement à la ligne 2 les courbes P des mouvements du pied droit et du pied gauche. Ces courbes, dont l'une est ponctuée et l'autre pleine, se reconnaissent facilement comme semblables à celles de la ligne 2B (*fig.* 1). Enfin, en observant la superposition des différentes parties de ces courbes avec les ondulations de la courbe de translation, on voit que le corps reçoit un surcroît de vitesse vers le milieu de l'appui de chaque pied. Ce fait s'accorde avec les résultats que m'ont fournis des expériences publiées antérieurement.

» J'ajoute, en terminant, que l'un des côtés les plus importants de ces études, c'est précisément la notion qu'elles donnent de la variabilité du mouvement de translation du corps pendant la marche ou la course.

» Dans une autre Note je montrerai les applications qu'on peut tirer de ces études pour la meilleure utilisation du travail des moteurs animés. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Nouvelles recherches expérimentales sur l'inflammation et le mode de production des leucocytes du pus.* Note de **M. J. Picot**, présentée par M. Ch. Robin.

« Au mois de juin 1870, j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie des Sciences une Note résumant mes recherches expérimentales sur l'inflammation suppurative et le passage des leucocytes à travers les parois vasculaires. La conclusion de cette Note était que la naissance des leucocytes est un fait de genèse, qu'ils ne sont pas sortis des vaisseaux (Cohnheim), et qu'ils ne proviennent pas de la prolifération (Virchow) des corpuscules du tissu conjonctif.

» Depuis cette époque, de nombreux travaux ont paru sur cette question. Il suffit de citer ceux de Duval, Feltz, Axel-Key et Wallis, Max Schultze, Flemming, Purser, Moriggia. L'idée de la migration des leucocytes toutefois, malgré les nouvelles recherches de Cohnheim (1873), qui ne lui donne plus, pour principale origine, les mouvements amiboïdes, domine dans les œuvres signalées, Duval et Feltz étant exceptés.

» Les expériences que j'ai instituées ont consisté à déterminer le *processus* inflammatoire dans le péritoine de la grenouille, à l'aide de corps étrangers (papier, charpie) et d'injections irritantes (alcool, teinture d'iode diluée, solution faible de nitrate d'argent), que j'introduisais dans la cavité de la séreuse, puis à examiner jour par jour, à l'aide d'un fort grossissement (1000 diamètres) les lésions produites, soit sur le péritoine vu de face, soit sur des coupes de cette membrane. Les résultats sont les suivants :

» Dès le premier jour, la vue de face du péritoine montre une augmentation de volume des cellules du tissu conjonctif, ces éléments pouvant aller jusqu'à doubler; ils sont alors faiblement granuleux, mais leurs noyaux se conservent parfaitement visibles. Ces modifications s'observent plus particulièrement sur celles-là des cellules qui avoisinent les vaisseaux, tandis que ceux situés loin des tubes sanguins sont plus longs à s'hypertrophier. Les mêmes changements se remarquent sur les coupes verticales de la séreuse, dont la structure est telle que l'a bien décrite Duval, à savoir deux lames de matière amorphe hyaline, supportant la couche de cellules épithéliales, et circonscrivant une partie intermédiaire où siégent les vaisseaux, les éléments cellulaires et leurs prolongements fibrillaires.

» Déjà, à la fin de cette première journée, on peut rencontrer des leucocytes de volume très-variable et complétement indépendants des cellules

du tissu conjonctif. Ils sont situés soit près des vaisseaux, soit très-loin d'eux dans les espaces intervasculaires. Les coupes perpendiculaires montrent bon nombre de ces éléments siégeant dans les deux lamelles amorphes du péritoine, c'est-à-dire d'une manière très-évidente en dehors des cellules du tissu cellulaire.

» Les jours suivants, on voit s'exagérer de plus en plus le volume des cellules du tissu conjonctif, soit sur les vues de face, soit sur les coupes perpendiculaires. En même temps les noyaux disparaissent et les éléments se montrent comme des espaces remplis d'une masse de fines granulations moléculaires. Il arrive alors fréquemment que lesdites cellules, disposées dans l'état normal en rangées linéaires, alors qu'elles ont ainsi atteint un volume dix et même vingt fois plus considérable, s'abouchent entre elles, de manière à représenter, comme Feltz l'a parfaitement indiqué, de véritables conduits moniliformes.

» Parfois, mais le fait est beaucoup moins fréquent qu'on pourrait le croire, on rencontre dans l'intérieur de ces excavations un corpuscule sphérique, présentant les caractères des leucocytes. Jamais je n'en ai trouvé plusieurs, mais je n'affirme pas que la chose soit impossible. Il est toutefois à remarquer ici que les leucocytes, développés dans les anciennes cellules du tissu conjonctif, ne proviennent pas d'une segmentation de ces éléments ni d'une *prolifération nucléaire*, puisque depuis longtemps déjà le noyau a disparu.

» Pendant tout le temps, du reste (quatre et cinq jours), simultanément avec cette *métamorphose destructive* des soi-disant *cellules plasmatiques*, il se forme, dans les lieux indiqués plus haut, des leucocytes qui n'ont aucun rapport avec elles.

» Pour ce qui est des noyaux des vaisseaux capillaires auxquels Duval semble avoir fait jouer un grand rôle, ils s'hypertrophient dans l'inflammation; mais dans ces éléments on ne trouve jamais de leucocytes de nouvelle formation.

» Il résulte de ces nouvelles recherches que les leucocytes, produits pendant l'inflammation, reconnaissent pour origine celle que j'ai indiquée dans mon travail de 1870 (phénomène de genèse), et qu'avec Feltz j'admets que dans la matière granuleuse des cellules hypertrophiées du tissu cellulaire, matière appelée par cet auteur *protoplasma*, il peut se former des globules blancs, provenant (Feltz) ou non de la segmentation de cette matière. Il est évident que, même dans ce dernier cas, les leucocytes n'ont, avec les éléments du tissu cellulaire, aucune filiation cellulaire ou nucléaire susceptible de démonstration. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Action des sels des acides biliaires.* Note de MM. V. **Feltz** et E. **Ritter**, présentée par M. Ch. Robin.

« Dans le présent travail, MM. V. Feltz et E. Ritter expérimentent le glycocholate, le taurocholate et un mélange de ces deux sels de soude dans les proportions qui se rencontrent dans la bile de bœuf. Ils constatent qu'à poids égaux ces composés donnent, à peu de chose près, les mêmes résultats; seule l'influence des doses est à prendre en sérieuse considération.

» 1° *A petite dose.* — Des injections d'un liquide renfermant 50, 60 et 70 centigrammes de glycocholate ou de taurocholate ou du mélange de ces deux sels, espacées de quatre jours chacune, ont provoqué chaque fois un ralentissement du pouls de $\frac{1}{5}$, un abaissement de température de 1 à 2 degrés, souvent des vomissements, quelquefois des accidents nerveux, jamais de jaunisse. Les animaux reviennent très-vite à l'état normal; car, même vingt-quatre heures après la dernière injection, il n'y a plus de traces de modifications dans le sang et les urines ne renferment ni albumine ni matières colorantes hématiques ou biliaires; on n'y constate que de l'indican. Les urines sont rares et renferment une quantité d'urée telle que l'acide azotique y détermine un précipité abondant d'azotate d'urée; néanmoins la quantité totale d'urée diminue et celle de l'acide urique augmente.

» La composition du sang varie même sous l'influence de doses très-faibles; nous y voyons, en effet, la quantité de graisse et de cholestérine augmenter notablement et la capacité d'absorption des globules pour l'oxygène diminuer d'une manière sensible.

» 2° *A dose moyenne.* — Sous l'influence d'injections de $1^{gr},20$ de l'un ou l'autre des liquides précédents, le pouls et la température varient comme ci-dessus; on constate en plus des accidents convulsifs, des selles diarrhéiques et sanguinolentes. L'urine est foncée, renferme de l'albumine et de la matière colorante du sang; pas d'acides ni de matières colorantes biliaires; quelquefois seulement de l'indican. Les animaux se remettent lentement et refusent de manger, mais boivent beaucoup. En les sacrifiant le cinquième jour, on constate que le sang et le foie ne sont que légèrement modifiés. L'analyse du sang n'y fait retrouver ni acides ni matières colorantes biliaires.

» 3° *A forte dose.* — Des injections de 2 à 4 grammes de sels biliaires entraînent toujours la mort des animaux dans un temps plus ou moins court, mais avec des symptômes toujours identiques : vomissements, abais-

sement de température, ralentissement du pouls, accidents nerveux épileptiformes, hémorrhagies diverses, mais jamais de jaunisse. Les urines noires, sanguinolentes et albumineuses renferment des acides biliaires en quantité très-faible, un peu de matière colorante verte et de l'indican.

» L'examen histologique fait découvrir dans le sang des cristaux aiguillés d'hémoglobine, identiques avec ceux que l'on obtient en mêlant hors de l'économie du sang de chien avec de la bile; on remarque dans les deux cas des granulations irrégulières dont l'apparition coïncide avec la fonte du globule et la présence dans les urines de la matière colorante du sang et de l'albumine. L'analyse du sang, faite le lendemain d'une injection, décèle toujours la présence de notables quantités d'acides biliaires; si la mort tarde à survenir, on n'en trouve plus que des traces.

» C'est cette altération du sang qui rend compte des troubles de nutrition que l'on constate dans les organes et des hémorrhagies qui surviennent par suite d'arrêts de circulation capillaire. »

EMBRYOLOGIE. — *Observations sur les premières phases du développement du* Pelobates fuscus. Note de M. G. **Moquin-Tandon**, présentée par M. Milne Edwards.

« Depuis le mémorable travail de MM. Prévost et Dumas, les premières phases du développement des Batraciens ont été à plusieurs reprises l'objet de travaux importants. C'est ainsi qu'en 1834 Baër découvrit la cavité de segmentation, et Rusconi, deux années plus tard, la cavité qui porte son nom. Dans son grand ouvrage sur l'Embryologie des Vertébrés, Remak s'occupe aussi avec soin de cette question; il donne une description détaillée des deux cavités embryonnaires, en même temps qu'il indique leur mode de formation et le rôle important qu'elles jouent dans la constitution des feuillets du blastoderme. Plus récemment M. Stricker employant une méthode plus rigoureuse et plus précise dans l'étude de ces phénomènes prouva, à l'aide d'une série de coupes microscopiques pratiquées sur des œufs de *Bufo cinereus*, à différentes périodes de développement, que ce n'était point, comme le voulait ce dernier, par un refoulement en dedans (*einstülpung*) des cellules du bouchon d'Ecker que se forme la cavité viscérale; il montra, au contraire, que le sillon de Rusconi est le point de départ d'une séparation (*trennung*) des cellules de la masse centrale dans les cellules plus petites et plus foncées de cette partie de l'œuf, qui correspond plus tard au dos, et que la fente ainsi produite se prolonge au milieu

d'une couche de grosses cellules qui, du plancher de la cavité de segmentation viennent en recouvrir le dôme ; ces observations furent confirmées par MM. Goluben et Romiti.

» Enfin M. Van Bambeke publia en 1868 des recherches sur le développement du Pélobate brun, où, tout en rejetant la théorie de Remak, comme ne s'accordant pas avec les faits, il émit une autre hypothèse, d'après laquelle la partie inférieure de la fente, qui précède la naissance de la cavité viscérale, serait formée par une incurvation en dedans de la couche externe de l'œuf, c'est-à-dire du feuillet corné ; au-dessus de l'équateur, elle devrait sa prolongation à ce qu'en cet endroit les cellules de la masse centrale prendraient de proche en proche les mêmes caractères que les cellules de la portion incurvée du feuillet externe. Tel serait le mode d'origine du troisième feuillet ou feuillet moteur, qui différerait ainsi dans les deux hémisphères de l'œuf. De plus, M. Van Bambeke admet que la couche de cellules qui revêt intérieurement le dôme de la cavité de segmentation existe déjà dès la formation de cette cavité et n'est point due à un dépôt ultérieur des cellules du plancher. Quant au quatrième feuillet ou feuillet trophique, il aurait son origine dans une ou deux rangées de cellules qui, une fois la cavité viscérale formée, « viennent, à partir de l'hémisphère supérieur se » juxtaposer à sa paroi interne. »

» L'existence de différences aussi marquées dans les premières phases du développement de deux espèces appartenant à des familles si voisines sous tous les rapports est quelque peu singulière et m'a paru appeler de nouvelles observations. Après m'être assuré par moi-même de l'exactitude des descriptions de M. Stricker, chez le *Bufo cinereus*, j'ai entrepris les mêmes recherches sur le *Pelobates fuscus;* tout d'abord les premiers résultats que j'obtins me semblèrent complétement différents de ce que j'avais vu chez le Crapaud commun ; plus tard, l'étude comparative d'un plus grand nombre de préparations faites sur des œufs de différents âges me convainquit qu'il n'en est réellement pas ainsi, que le Pélobate suit essentiellement dans son évolution le même type que le *Bufo cinereus*, et que les quelques différences qu'il présente ne portent que sur des points secondaires.

» La segmentation ne présente chez le Pélobate rien de particulier ; quand elle a atteint un certain degré et que l'œuf a pris, dans sa portion foncée, l'aspect spécial auquel Baër a donné le nom de *chagriné*, on peut déjà voir dans l'hémisphère supérieur la cavité de segmentation. Elle n'a point la même forme que chez les *Rana* et les *Bufo;* c'est plutôt, à cette

époque, une fente inégale, parallèle à la surface de l'œuf, qu'une véritable cavité. Elle est limitée, en haut, par l'écorce de l'œuf, formée ici de deux couches, dont la couche extérieure, constituée par une seule rangée de cellules brunes, prismatiques, est déjà nettement différenciée et n'est autre que le feuillet corné; la couche inférieure, peu épaisse (deux à trois cellules), est composée de cellules arrondies, plus pâles et disposées irrégulièrement. Le plancher est représenté par la masse centrale dont les cellules, grosses et irrégulières, très en retard dans leur segmentation, offrent avec celles du dôme un contraste frappant.

» A mesure que la segmentation progresse, on voit la couche extérieure de l'œuf se différencier de plus en plus, en même temps que ses éléments deviennent plus petits et prennent plus nettement la forme cylindrique, et finir par gagner le pôle inférieur. La couche plus pâle qui la revêt intérieurement fait les mêmes progrès; mais tandis qu'au point correspondant au pôle supérieur ses cellules s'organisent en couche unicellulaire distincte, sur les côtés, la segmentation s'exerçant avec activité sur un plus grand nombre des éléments de la masse centrale, elles constituent des masses latérales allongées et irrégulières, qui augmentent d'épaisseur à mesure qu'elles se rapprochent du pôle inférieur. La preuve que cette prolifération cellulaire a bien lieu sur place et n'a point « pour résultat une » incurvation de la couche périphérique qui glisse sur elle-même », comme le décrit M. Van Bambeke, c'est qu'on voit que ces masses latérales, loin d'être nettement délimitées, sont au contraire, à cette époque, intimement unies au reste de l'œuf, et que les cellules qui les bordent en dedans présentent encore une partie des caractères des cellules centrales. Ce sont ces masses latérales qui, jointes à un dépôt ultérieur de nouvelles cellules, viennent former autour du bouchon d'Ecker les bourrelets. Plus tard cette couche se différenciera encore davantage, gardera une épaisseur différente dans les diverses parties de l'œuf et constituera le feuillet sensitif.

» Pendant que ces phénomènes se passent, la cavité de segmentation s'est agrandie; son bord sphérique atteint presque l'équateur. A partir de ce moment, elle commence à perdre sa forme de *quartier de lune;* la périphérie du plancher se relève le long du dôme, que ses cellules viennent peu à peu recouvrir complétement, de sorte que la cavité de segmentation se trouve alors entourée de tous côtés par les éléments de la masse centrale.

» Cependant la segmentation a atteint ses dernières limites à la périphérie; le sillon de Rusconi se développe et ses deux extrémités, en se rejoi-

gnant plus tard, limitent le bouchon d'Ecker, dont le blanc laiteux tranche sur la couleur brun foncé du reste de l'œuf. C'est alors que débute la formation de la cavité viscérale. Vers le milieu du croissant du sillon de Rusconi on voit, sur une coupe faite suivant le méridien de l'œuf, une légère séparation se faire entre les grosses cellules qui constituent le bouchon et les cellules plus petites et brunes qui forment le bourrelet; cette fente contourne le bourrelet et se dirige en haut et en dehors presque parallèlement à l'écorce de l'œuf; un peu plus tard, quand le sillon de Rusconi forme une circonférence, apparaît, du côté opposé, une fente absolument semblable. Ces fentes gagnent peu en hauteur; vers le bas elles se rapprochent de plus en plus l'une de l'autre, à mesure que le bouchon d'Ecker devient plus petit; enfin, quand celui-ci n'est plus représenté que par une ou deux grosses cellules allongées, resserrées entre les bourrelets, les deux fentes ont la forme d'un Y, dont l'une des branches, plus courte et plus épaisse, est constituée par leur partie inférieure réunie au bouchon d'Ecker, tandis que leur partie supérieure en représente les deux branches divergentes. Quelques heures plus tard, les bourrelets arrivent presque à se toucher, la masse centrale se soulève et se sépare du bouchon, et il naît ainsi une cavité transversale, qui est la réunion de la cavité de Rusconi et de la cavité anale de Remak. Les cellules de la masse centrale ont à cette époque recouvert complétement le dôme de la cavité de segmentation, et celle-ci, repoussée alors vers le centre, ne se trouve séparée que par deux rangées de cellules de la cavité viscérale. Dès ce moment celle-ci augmente rapidement; tandis que la partie qui correspond à la cavité anale de Remak reste stationnaire, la portion opposée se dirige vers le pôle supérieur, presque parallèlement à l'écorce de l'œuf, en se frayant un passage à travers les cellules de la masse centrale, dont elle rejette une partie contre les deux feuillets externes déjà formés. La cavité de segmentation diminue et finit par disparaître; l'œuf augmente en diamètre et ne présente plus dès lors qu'une vaste cavité, dans laquelle la masse centrale, très-réduite, forme une petite éminence à la face ventrale près de la saillie qui représente le bourrelet du bouchon d'Ecker, maintenant oblitéré.

» Les cellules rejetées vers la périphérie par la formation de la cavité viscérale se différencient à leur tour; la couche externe, composée de deux à trois rangées, devient le feuillet moteur, tandis que la couche interne, formée d'un seul rang de cellules, constitue le feuillet trophique. A la partie ventrale, ce feuillet se confond avec le reste de la masse centrale.

» En résumé, les premières phases du développement du *Pelobates fuscus*

sont dans leurs traits essentiels identiques à celles du Crapaud commun. Les différences essentielles qu'elles présentent portent sur les points suivants :

» Le mode de formation et la forme de la cavité de segmentation ;

» La formation plus précoce du feuillet corné ;

» Le développement plus tardif par rapport à la formation du sillon de Rusconi de la cavité viscérale ;

» Le mouvement de translation vers le pôle supérieur des cellules du plancher de la cavité de segmentation, qui progressent presque aussi rapidement sur le côté ventral que sur le côté dorsal ;

» La séparation de la masse centrale du bouchon d'Ecker, séparation qui a lieu chez le Pélobate dès le commencement du développement de la cavité viscérale, tandis que chez les *Bufo* on ne l'observe que vers la fin de cette période. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Analyses des échantillons de vins qui figuraient à l'exposition du Pavillon du Progrès;* par M. **Ch. Mène.**

« J'ai l'honneur de faire part à l'Académie des Sciences des résultats analytiques obtenus sur les échantillons de vins qui figuraient à l'exposition du Pavillon du Progrès (section des produits alimentaires). J'ose espérer que ces analyses seront des documents utiles sur cette question dans ce qui a rapport surtout au dosage de l'azote dans les vins (ce qui a été peu fait jusqu'ici.)

		Alcool pour 100.	Résidu sirupeux par litre.	Sels pour 100.	Densité.
			gr	gr	
Vins du Midi.	Roussillon (1873)	14,70	39,920	2,840	0,995
	Narbonne »	11,70	24,480	3,360	0,999
	Montagne »	9,40	30,320	3,500	0,997
	Banyuls	15,50	33,180	3,100	0,993
	Perpignan	15,00	34,000	2,980	0,996
	Narbonne	14,00	25,600	3,030	0,993
	Id.	13,00	23,150	2,680	0,994
	Roussillon	15,00	37,250	2,850	0,995
	Id.	16,00	40,080	3,000	0,996
	Espagne (de coupage)	16,50	58,100	3,150	1,012
	Id.	17,10	56,270	4,580	1,007
	Montagne	10,00	30,100	5,000	0,992
	Aramon	9,50	28,300	2,450	0,995
	Id.	9,50	29,110	3,020	0,997
	Vin noir	9,00	43,670	4,280	1,016

		Alcool pour 100.	Résidu sirupeux par litre.	Sels pour 100.	Densité.
Vins de Bourgogne.	Chassagne	11,80	16,500	1,720	0,955
	Auxey	10,90	17,000	1,660	0,960
	Meurseault	12,50	17,500	2,030	0,965
	Mont-Rachet	13,00	16,150	2,020	0,958
	Richebourg	12,30	17,000	1,725	0,960
	Chambertin	11,70	15,900	1,315	0,950
	Nuits	12,00	18,000	2,128	0,968
	Mâcon (1871)	11,00	16,100	1,790	0,958
Vins étrangers.	Constance (cap de Bonne-Espérance)	17,80	80,060	1,032	1,003
	Madère vieux	18,30	45,300	1,150	0,992
	Id.	17,50	41,160	0,920	0,996
	Malaga vieux	16,50	182,300	0,970	1,006
	Alicante vieux	16,50	165,000	0,880	0,998
Vins prov^t de Bercy.	Échantillon n° 1	11,00	39,600	0,920	0,9980
	» 2	10,50	24,640	1,530	0,9930
	» 3	9,80	36,520	1,680	1,0050
	» 4	9,50	27,250	0,516	0,9860
	» 5	10,00	23,960	2,090	0,9980
	» 6	12,50	24,135	2,180	0,9965
	» 7	10,10	21,040	0,625	0,9923
	» 8	10,00	29,110	1,440	0,9970

Dosage de l'azote dans les vins (par litre) (1).

	gr		gr
Vin de Roussillon	0,1479	Vin de Saint-Julien (Gironde)	0,0892
Vin de Narbonne	0,1650	Vin du Cher ordinaire	0,1255
Vin de Montagne	0,0876	Vin de Bercy ordinaire rouge	0,0858
Vin de Madère	0,1670	Vin de Bercy blanc	0,0780
Vin du Bugey	0,0998	Vin d'Argenteuil	0,0715
Vin de Villefranche (Rhône)	0,0786	Lie de vin (de Bercy)	1,2390

» Je me suis abstenu, dans ce travail que je soumets à l'Académie des Sciences, de faire figurer les noms des propriétaires, afin de rester dans un cadre purement scientifique. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur le tonnerre en boule.* Note de M. Gaultier de Claubry.

« L'orage qui a éclaté sur Paris dans l'après-midi du jeudi 9 de ce mois a été marqué par des circonstances dont quelques-unes méritent d'être signalées à l'Académie.

(1) Le dosage de l'azote a été fait en traitant par la chaux sodée le résidu sirupeux de 1 litre de vin.

» Dans l'appartement que j'habite au quatrième étage, rue du Cardinal-Lemoine, en face de la rue Thouin, les croisées donnent en partie sur le S.-O., en partie sur le N.-E; la vue en est très-étendue sur l'extérieur de Paris : elles m'ont mis à même d'observer plusieurs faits importants.

» La température, constatée à plusieurs reprises sur un thermomètre placé à l'abri au S.-O., marquait de 37 à 38 degrés. Dans cette direction, le ciel offrait une couleur ardoise assez uniforme; on n'y apercevait qu'un petit nombre de nuages presque stationnaires.

» A l'E.-E.-N., la couleur était roussâtre et la vue très-limitée; des masses épaisses de la même couleur, mais de teintes variées, étaient parsemées çà et là : on eût dit un temps de siroco violent en Algérie.

» Après de nombreux éclairs et des roulements plus ou moins violents, le ciel semblait s'éclaircir, et beaucoup de personnes ouvraient leurs croisées.

» On distinguait visiblement deux orages, du S.-O. et du E.-E.-N., lorsqu'un coup formidable se fit entendre en même temps qu'éclatait la foudre. L'une de mes belles-filles, placée dans une pièce au S.-O., dont les persiennes étaient fermées, éprouva une violente secousse et aperçut une lumière qu'elle caractérisa sous le nom de *flamme*, remplissant la rue Thouin presque en face dans la même direction.

» Je me trouvais en ce moment dans une pièce au S.-E.; la chaise sur laquelle j'étais assis me parut soulevée, je ressentis une forte commotion et j'aperçus seulement une vive lumière.

» Une personne, assise le dos tourné vers une croisée ouverte à l'étage au-dessus de moi au S.-O., fut projetée en avant.

» C'est dans la rue Blainville, courant du S.-O. au N.-E, que s'est produit le principal effet du tonnerre venant de l'E.-E.-N. Une masse de feu passa par-dessus l'école des Sœurs, à l'angle des rues Thouin et Blainville et, après avoir dégradé quelques portions du pignon des maisons 6 et 8 de la rue Blainville, se précipita sous forme d'une *boule* de 25 à 30 centimètres de diamètre sur le pavé, roula sur le trottoir de la maison n° 9 et éclata. Une petite partie pénétra dans la boutique en éclatant à nouveau, fondit en partie un fil de fer fixé au plancher et servant à soutenir un tuyau de poêle.

» Une ouvrière qui se trouvait derrière le comptoir resta comme pétrifiée, ayant perdu l'ouïe, balbutiant et pouvant à peine se servir de ses membres. Ces symptômes disparurent assez promptement, et aujourd'hui elle est dans son état de santé habituel.

» Le magasin avait été rempli comme de *flammes*.

» La tête de la maîtresse du magasin semblait en feu, recouverte qu'elle était de points incandescents. Une légère brûlure à l'angle externe de l'œil droit en fut le seul résultat.

» Une forte odeur de soufre qui brûle se faisait sentir, et l'air était devenu à peine respirable.

» La violence de la fulguration avait semblé déterminer l'inflammation du gaz des compteurs placés à l'extérieur des maisons n°s 7 et 9. Quand les pompiers du poste de la rue Thouin arrivèrent, la flamme avait disparu.

» Un habitant de la rue, demeurant au premier étage du n° 6, M. Duruy, qui se trouvait devant sa fenêtre ouverte en face du magasin, entendant un bruit singulier, avait levé la tête et vu la *boule de feu* se précipiter par-dessus cette maison contiguë à l'école des Sœurs, rouler sur le pavé et le trottoir, éclater, et une portion de la masse pénétrer dans le magasin par le vasistas : il signale la lumière comme une *flamme*. La portion détachée de la boule semblait un charbon de Paris incandescent. Ce qu'il m'a attesté ainsi que sa femme, c'est qu'il n'a pas entendu le bruit du tonnerre, mais seulement celui du brisement de la *boule*.

» Dans le même temps, la concierge de cette maison, qui se trouvait sur le pas de la porte, a senti pénétrer sous ses vêtements une matière brûlante qui lui semblait les enflammer. L'expression de *flamme* est également employée par elle pour caractériser la lumière qui l'a enveloppée.

» Une dame, artiste peintre, rue Thouin, n° 9, qui était appuyée, au S., sur la fenêtre du deuxième étage ouverte, s'est également vue enveloppée de *flamme*.

» Au n° 9 de la place Lacépède, à l'exposition du S.-O., une dame qui se trouvait dans son magasin auprès de la porte ouvrant sur cette rue, s'est précipitée jusqu'au fond, enveloppée également par la *flamme* qui y a pénétré à plusieurs mètres; elle a eu à la jambe une légère brûlure.

» Enfin au n° 30 de la rue Lhomond, dirigée du S.-O. au N.-E., l'un des RR. PP. de la congrégation du Saint-Esprit, qui rentrait dans la maison, a reçu dans le bras droit une commotion en saisissant le bouton pour sonner.

» A peine cette phase violente de l'orage passée, mon thermomètre ne marquait plus que 21 degrés.

» Je regrette vivement de ne m'être pas trouvé dans l'une des pièces situées au S.-O. dans mon appartement, j'aurais pu par moi-même ca-

ractériser plus nettement l'état de la foudre, que tous ceux que j'ai consultés ont caractérisé par l'expression de *flamme.* »

M. S. GIRARD adresse une Note sur l'envahissement de la mer sur la plage de Saint-Michel-en-Grève.

« M. CHASLES présente à l'Académie, de la part de l'auteur, M. Antonio Favaro, professeur à l'Université de Padoue, un Ouvrage ayant pour titre : *La statica grafica nell' insegnamento tecnico superiore.* Venezia, 1873. Cet Ouvrage, dit-il, se rapporte au nouvel enseignement qui se répand depuis quelques années, et contient une mention historique de ce qui a été écrit à ce sujet par divers auteurs, où se trouve cité, en premier lieu, le grand Ouvrage des *Propriétés projectives des figures* de notre illustre confrère Poncelet. »

La séance est levée à 6 heures un quart. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 6 JUILLET 1874.

(SUITE.)

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et documents, etc. Personnel. Paris, Dunod, 1874; 1 vol. in-8°.

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et documents, etc., 1874, janvier. Paris, Dunod, 1874; in-8°.

Étude sur une propriété spéciale du sable et sur ses applications; par L.-A. BEAUDEMOULIN. Paris, E. Lacroix, 1874; br. in-8°.

La guerre s'en va; par L.-A. BEAUDEMOULIN; 2e édition. Paris, Guillaumin, sans date; br. in-8°.

Mémoire sur la surface des ondes; par Ch. CELLERIER. Sans lieu ni date; br. in-4°.

Les connaissances actuelles sur la Nouvelle-Guinée; par J. GIRARD. Abbeville, imp. Briez, sans date; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société de Géographie.*)

(A suivre)